

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP 2004/008586

11.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 6月16日

出願番号
Application Number: 特願2003-170623
[ST. 10/C]: [JP 2003-170623]

出願人
Applicant(s): 大日本印刷株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 29 JUL 2004

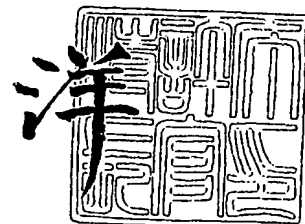
WIPO

PCT

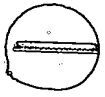
2004年 7月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3061399



【書類名】 特許願

【整理番号】 A15024

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G09G 5/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

 【氏名】 杉山 徹

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

 【氏名】 中川 力

【特許出願人】

 【識別番号】 000002897

 【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

 【氏名又は名称】 大日本印刷株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100091476

 【住所又は居所】 東京都大田区南蒲田二丁目6番1号 ベル・シエラビル
 志村特許事務所

【弁理士】

 【氏名又は名称】 志村 浩

 【電話番号】 03-3730-5762

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 062776

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 カラーモニタの階調再現特性測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 三原色 RGB を用いてカラー画像を表示する機能をもったカラーモニタにおける入力信号階調値と実際の表示輝度との関係を示す階調再現特性を測定するための装置であって、

第 1 属性の領域内に、明るさおよび色が一様な均一パターンを表示させるための三原色 RGB の階調値の組み合わせを指定する階調値指定手段と、

第 2 属性の領域内に、三原色 RGB がそれぞれ最小階調値をもつ第 1 副領域と、三原色 RGB がそれぞれ最大階調値をもつ第 2 副領域と、を所定面積比で混在させた参照パターンを生成する参照パターン生成手段と、

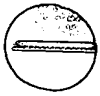
前記カラーモニタの画面上に、互いに接するように配置された第 1 属性の領域と第 2 属性の領域とによって構成されるテストパターンを定義し、前記第 1 属性の領域内には、前記階調値指定手段によって指定された階調値の組み合わせに基づく均一パターンが表示され、前記第 2 属性の領域内には、前記参照パターン生成手段で生成された参照パターンが表示されるように、所定の信号を前記カラーモニタに与えるパターン表示手段と、

前記階調値指定手段によって指定される各階調値を、前記均一パターンの明るさおよび色が変わるように変動させる階調値変動手段と、

前記階調値変動手段による変動操作が行われている状態において、前記カラーモニタの画面上に表示された前記テストパターンを目視するオペレータから、前記第 1 属性の領域と前記第 2 属性の領域との明るさおよび色がともに一致したとの認識を示す一致信号を入力する一致信号入力手段と、

前記一致信号が入力されたときに、前記階調値指定手段により指定されていた階調値の組み合わせを、前記所定面積比に応じた所定の参照輝度に対応する各原色の対応階調値と認識し、互いに対応関係にある前記参照輝度と前記対応階調値とに基づいて、各原色ごとの階調再現特性を演算により求める特性演算手段と、を備えることを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の測定装置において、



階調値変動手段が、主として均一パターンの明るさが変わるように階調値を変動させる明るさ変動操作と、主として均一パターンの色が変わるように階調値を変動させる色変動操作と、の2通りの変動操作を行う機能を有することを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

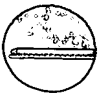
【請求項3】 請求項2に記載の測定装置において、
明るさ変動操作が、三原色RGBの各階調値のすべてについて、共通の変動量を増減する作業によって行われ、

色変動操作が、三原色RGBのうちのいずれか1つの特定色についての階調値を増減する作業によって行われることを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の測定装置において、
階調値変動手段が、オペレータの操作入力に基づいて、階調値の変動を行うことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項5】 請求項4に記載の測定装置において、
階調値変動手段が、均一パターンを明るくする指示を与える第1ボタンと、均一パターンを暗くする指示を与える第2ボタンと、均一パターンの特定色の成分を強める指示を与える第3ボタンと、均一パターンの前記特定色の成分を弱める指示を与える第4ボタンと、を用い、前記第1ボタンに対する操作入力があった場合には、三原色RGBの各階調値のすべてについて、共通の変動量を加える変動操作を行い、前記第2ボタンに対する操作入力があった場合には、三原色RGBの各階調値のすべてについて、共通の変動量を減じる変動操作を行い、前記第3ボタンに対する操作入力があった場合には、前記特定色の階調値について、所定の変動量を加える変動操作を行い、前記第4ボタンに対する操作入力があった場合には、前記特定色の階調値について、所定の変動量を減じる変動操作を行うことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項6】 請求項5に記載の測定装置において、
各ボタンを配置する平面上にXY二次元座標系を定義したときに、第1ボタンおよび第2ボタンがX軸上の原点を挟んだ対向位置に配置され、第3ボタンおよび第4ボタンがY軸上の原点を挟んだ対向位置に配置されていることを特徴とす



るカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 7】 請求項 1～3 のいずれかに記載の測定装置において、
階調値変動手段が、予め定められた所定の規則にしたがって、階調値を時間とともに変動させることを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の測定装置において、
階調値変動手段が、三原色 RGB の各階調値のすべてについて、所定のタイミングで共通の変動量を加えるもしくは減じることにより、主として均一パターン
の明るさが変わるように階調値を変動させる明るさ変動操作と、三原色 RGB の
うちのいずれか 1 つの特定色の階調値について、所定のタイミングで所定の変動
量を加えるもしくは減じることにより、主として均一パターンの色が変わるよう
に階調値を変動させる色変動操作と、の 2 通りの変動操作を行う機能を有し、

一致信号入力手段が、前記階調値変動手段が前記明るさ変動操作を行っている
状態において、オペレータから明るさが一致したとの認識を示す明るさ一致信号
を入力するための明るさ一致信号入力手段と、前記階調値変動手段が前記色変動
操作を行っている状態において、オペレータから色が一致したとの認識を示す色
一致信号を入力するための色一致信号入力手段と、を備え、明るさ一致信号と色
一致信号との双方の入力が完了した場合に、明るさおよび色がともに一致したと
の認識を示す一致信号が入力されたものとして取り扱うことを特徴とするカラー
モニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の測定装置において、
変動量を加算する変動操作により得られる階調値が最大階調値を上回ってしまう
場合には、超過分を最小階調値から計数する循環処理を行い、変動量を減算す
る変動操作により得られる階調値が最小階調値を下回ってしまう場合には、超過
分を最大階調値から計数する循環処理を行うようにすることを特徴とするカラー
モニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 に記載の測定装置において、
階調値変動手段が、明るさ変動操作を行っている状態において明るさ一致信号
が入力された時点で色変動操作を開始し、色変動操作を行っている状態において
色一致信号が入力された時点で明るさ変動操作を開始し、明るさ変動操作と色変



動操作とを交互に繰り返し実行する機能を有し、かつ、階調値の変動量を徐々に減少させながら繰り返し実行する機能を有し、

一致信号入力手段が、変動量が所定の規定値に達した後に、明るさ一致信号と色一致信号との双方の入力が完了した場合に、明るさおよび色がともに一致したとの認識を示す一致信号が入力されたものとして取り扱うことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 11】 請求項 3, 5, 8 のいずれかに記載の測定装置において、三原色 RGB のうちの原色 B を特定色とし、原色 B の階調再現特性と、原色 R および G に共通した階調再現特性と、を求めることを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 12】 請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の測定装置において、参照パターン生成手段が、第 1 副領域と第 2 副領域との面積比を複数 N 通りに設定することにより、互いに異なる参照輝度をもった N 通りの参照パターンを生成する機能を有し、

特性演算手段が、前記 N 通りの参照パターンを用いた N 通りのテストパターンについて得られた N 通りの対応階調値に基づいて、各原色ごとの階調再現特性を求める機能を有することを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の測定装置において、特性演算手段が、第 1 の座標軸に階調値、第 2 の座標軸に輝度をとった二次元座標系を定義し、この座標系上に、各参照輝度および対応階調値を座標値としてもつ N 個の点をプロットし、更に、最小輝度値および最小階調値を座標値としてもつ点と最大輝度値および最大階調値を座標値としてもつ点とをプロットし、プロットされた合計 (N+2) 個の点を通るグラフを、階調再現特性を示すグラフとして求めることを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 14】 請求項 13 に記載の測定装置において、 $N=3$ に設定して合計 5 個の点をプロットし、これら 5 個の点を第 1 の座標軸上の座標値の昇順に第 1 の点 ~ 第 5 の点と呼んだときに、第 1、第 2、第 3 の各点を通り輝度が階調値のべき乗の形式で定義される第 1 の関数曲線と、第 3、第 4、第 5 の各点を通り輝度が階調値のべき乗の形式で定義される第 2 の関数曲線



と、を演算により求め、前記第1の関数曲線と前記第2の関数曲線とを連結してなる曲線を、階調再現特性を示すグラフとすることを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項15】 請求項1～14のいずれかに記載の測定装置において、参照パターン生成手段が、第1副領域および第2副領域を、同一の形状および大きさをもった単位セルによって構成し、この単位セルの二次元配列によって参照パターンを構成することを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項16】 請求項15に記載の測定装置において、矩形状の単位セルを二次元行列状に配列することにより参照パターンを構成し、任意の奇数 i , j について、 i 行 j 列目の単位セル、 i 行 $(j+1)$ 列目の単位セル、 $(i+1)$ 行 j 列目の単位セル、 $(i+1)$ 行 $(j+1)$ 列目の単位セル、という4つの単位セルからなるセルグループを定義し、第1副領域および第2副領域の配置パターンを、すべてのセルグループについて共通にしたことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項17】 請求項16に記載の測定装置において、各セルグループを構成する4つの単位セルのうち、斜めに隣接する一对の単位セルによって第1の副領域を構成し、残りの一对の単位セルによって第2の副領域を構成し、面積比1:1となる参照パターンを構成することを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項18】 請求項16に記載の測定装置において、各セルグループを構成する4つの単位セルのうち、1つの単位セルによって一方の副領域を構成し、残りの3つの単位セルによって他方の副領域を構成し、面積比3:1もしくは1:3となる参照パターンを構成することを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項19】 請求項1～18のいずれかに記載の測定装置において、テストパターンを構成する第1属性の領域または第2属性の領域の輪郭を円または楕円にしたことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項20】 請求項1～19のいずれかに記載の測定装置において、テストパターンを構成する一方の属性の領域を複数箇所分散して配置し、そ



の背景部分を他方の属性の領域としたことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 21】 請求項 20 に記載の測定装置において、
第 1 属性の領域の面積の総和が、第 2 属性の領域の面積の総和に等しくなるように設定したことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 22】 請求項 20 または 21 に記載の測定装置において、
形状および大きさが同一となる複数の同一属性の領域を、所定の空間周波数が得られるように所定ピッチで二次元平面上に分散配置したことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 23】 請求項 22 に記載の測定装置において、
同一属性の領域を横方向に所定ピッチ P_x で複数配置した一次元領域配列を、縦方向に所定ピッチ P_y (但し、 $P_y = \sqrt{3}/2 \cdot P_x$) で複数配置し、かつ、互いに隣接する一次元領域配列間では位相が半ピッチずれるように配置したことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 24】 請求項 22 または 23 に記載の測定装置において、
テストパターンを目視するオペレータにとって、明暗差弁別特性および色差弁別特性の双方について良好な感度を示す空間周波数が得られるような所定ピッチで、同一属性の領域を分散配置したことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【請求項 25】 請求項 22 または 23 に記載の測定装置において、
テストパターンを目視するオペレータにとって、明暗差弁別特性について良好な感度を示す空間周波数が得られるような第 1 のピッチと、色差弁別特性について良好な感度を示す空間周波数が得られるような第 2 のピッチと、が設定されており、

パターン表示手段が、前記オペレータによる明るさの一致認識作業が行われるときには、前記第 1 のピッチで同一属性の領域を分散配置してなるテストパターンを表示させ、前記オペレータによる色の一致認識作業が行われるときには、前記第 2 のピッチで同一属性の領域を分散配置してなるテストパターンを表示させる機能を有することを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。



【請求項 26】 請求項 1～25 のいずれかに記載の測定装置としてコンピュータを機能させるためのプログラムもしくは前記プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はカラーモニタの階調再現特性測定装置に関し、特に、三原色 RGB を用いてカラー画像を表示する機能をもったカラーモニタにおける入力信号階調値と実際の表示輝度との関係を示す階調再現特性を目視により測定するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、モニタ（ディスプレイ装置）は、個々の製品ごとに表示特性が異なり、パソコンなどに接続して利用する場合、個々の表示特性に応じた補正を行うのが好ましい。このような補正を行うには、予め個々のモニタの表示特性を測定し、その結果を客観的なデータとして用意しておく必要がある。通常、このようなデータは、個々のモニタのプロファイルデータと呼ばれている。パソコンにモニタを接続して利用する場合、当該モニタのプロファイルデータをパソコンに組み込んでおけば、このプロファイルデータに基づく補正が可能になり、個々のモニタに固有の表示特性に左右されない普遍的な表示結果を得ることができるようになる。

【0003】

三原色 RGB を用いてカラー画像を表示する機能をもったカラーモニタの代表的な表示特性は、三原色の色度、白色の色度、階調再現特性である。ここで、階調再現特性は、入力信号階調値と実際の表示輝度との関係を示す特性であり、通常、ガンマ特性と呼ばれている。この階調再現特性に応じた補正を行わないと、全く同一の画像データに基づいて表示を行っても、個々のモニタごとに輝度分布の異なる画像表示が行われてしまうことになる。したがって、実用上、個々のモニタに固有の階調再現特性に応じた補正（いわゆるガンマ補正）を行うことは、



非常に重要な事項になる。たとえば、下記の特許文献1には、このようなガンマ補正の一般的な方法が開示されている。

【0004】

個々のモニタについての階調再現特性を測定する手法としては、光学的な測定装置を用いて物理的な特性データを得る手法もあるが、通常は、人間の目による目視を行いながら特性データを得る手法が採られる。これは、モニタを利用するのはあくまでも人間であるので、純然たる物理的な測定方法で得られた特性データよりも、人間の目視による感覚的な輝度を基準とした測定方法で得られた特性データの方が好ましいためである。たとえば、下記の特許文献2には、目視により階調再現特性を得る方法が開示されている。

【特許文献1】

特開平07-162714号公報

【特許文献2】

特許第2889078号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、個々のモニタについて、目視により階調再現特性を得ることは、人間の目の感度特性に合致した補正を行う上で非常に重要であるが、従来提案されている目視による測定方法や測定装置では、十分な精度をもった階調再現特性を求めることができないという問題がある。特に、印刷物を作成するDTP処理に利用されるカラーモニタの場合、より精度の高い階調再現特性を求め、より精度の高い補正を行う必要があるが、従来の技術では、液晶カラーディスプレイや、経年変化が生じたCRTカラーモニタに対して、十分な精度をもった測定が困難である。

【0006】

そこで本発明は、目視により階調再現特性を高精度に求めることが可能なカラーモニタの階調再現特性測定装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

(1) 本発明の第1の態様は、三原色RGBを用いてカラー画像を表示する機能をもったカラーモニタにおける入力信号階調値と実際の表示輝度との関係を示す階調再現特性を測定するためのカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

第1属性の領域内に、明るさおよび色が一様な均一パターンを表示させるための三原色RGBの階調値の組み合わせを指定する階調値指定手段と、

第2属性の領域内に、三原色RGBがそれぞれ最小階調値をもつ第1副領域と、三原色RGBがそれぞれ最大階調値をもつ第2副領域と、を所定面積比で混在させた参照パターンを生成する参照パターン生成手段と、

カラーモニタの画面上に、互いに接するように配置された第1属性の領域と第2属性の領域とによって構成されるテストパターンを定義し、第1属性の領域内には、階調値指定手段によって指定された階調値の組み合わせに基づく均一パターンが表示され、第2属性の領域内には、参照パターン生成手段で生成された参照パターンが表示されるように、所定の信号をカラーモニタに与えるパターン表示手段と、

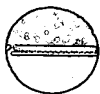
階調値指定手段によって指定される各階調値を、均一パターンの明るさおよび色がかわるように変動させる階調値変動手段と、

階調値変動手段による変動操作が行われている状態において、カラーモニタの画面上に表示されたテストパターンを目視するオペレータから、第1属性の領域と第2属性の領域との明るさおよび色がともに一致したとの認識を示す一致信号を入力する一致信号入力手段と、

一致信号が入力されたときに、階調値指定手段により指定されていた階調値の組み合わせを、参照パターンの所定面積比に応じた所定の参照輝度に対応する各原色の対応階調値と認識し、互いに対応関係にある参照輝度と対応階調値とに基づいて、各原色ごとの階調再現特性を演算により求める特性演算手段と、
を設けたものである。

【0008】

(2) 本発明の第2の態様は、上述の第1の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、



階調値変動手段が、主として均一パターンの明るさが変わるように階調値を変動させる明るさ変動操作と、主として均一パターンの色が変わるように階調値を変動させる色変動操作と、の2通りの変動操作を行う機能を有するようにしたものである。

【0009】

(3) 本発明の第3の態様は、上述の第2の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

明るさ変動操作が、三原色RGBの各階調値のすべてについて、共通の変動量を増減する作業によって行われ、

色変動操作が、三原色RGBのうちのいずれか1つの特定色についての階調値を増減する作業によって行われるようにしたものである。

【0010】

(4) 本発明の第4の態様は、上述の第1～第3の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

階調値変動手段が、オペレータの操作入力に基づいて、階調値の変動を行うようにしたものである。

【0011】

(5) 本発明の第5の態様は、上述の第4の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

階調値変動手段が、均一パターンを明るくする指示を与える第1ボタンと、均一パターンを暗くする指示を与える第2ボタンと、均一パターンの特定色の成分を強める指示を与える第3ボタンと、均一パターンの特定色の成分を弱める指示を与える第4ボタンと、を用い、第1ボタンに対する操作入力があった場合には、三原色RGBの各階調値のすべてについて、共通の変動量を加える変動操作を行い、第2ボタンに対する操作入力があった場合には、三原色RGBの各階調値のすべてについて、共通の変動量を減じる変動操作を行い、第3ボタンに対する操作入力があった場合には、特定色の階調値について、所定の変動量を加える変動操作を行い、第4ボタンに対する操作入力があった場合には、特定色の階調値について、所定の変動量を減じる変動操作を行うようにしたものである。



【0012】

(6) 本発明の第6の態様は、上述の第5の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

各ボタンを配置する平面上にX Y二次元座標系を定義したときに、第1ボタンおよび第2ボタンがX軸上の原点を挟んだ対向位置に配置され、第3ボタンおよび第4ボタンがY軸上の原点を挟んだ対向位置に配置されているようにしたものである。

【0013】

(7) 本発明の第7の態様は、上述の第1～第3の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

階調値変動手段が、予め定められた所定の規則にしたがって、階調値を時間とともに変動させる処理を行うようにしたものである。

【0014】

(8) 本発明の第8の態様は、上述の第7の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

階調値変動手段が、三原色RGBの各階調値のすべてについて、所定のタイミングで共通の変動量を加えるもしくは減じることにより、主として均一パターンの明るさが変わるように階調値を変動させる明るさ変動操作と、三原色RGBのうちのいずれか1つの特定色の階調値について、所定のタイミングで所定の変動量を加えるもしくは減じることにより、主として均一パターンの色が変わるように階調値を変動させる色変動操作と、の2通りの変動操作を行う機能を有し、

一致信号入力手段が、階調値変動手段が明るさ変動操作を行っている状態において、オペレータから明るさが一致したとの認識を示す明るさ一致信号を入力するための明るさ一致信号入力手段と、階調値変動手段が色変動操作を行っている状態において、オペレータから色が一致したとの認識を示す色一致信号を入力するための色一致信号入力手段と、を備え、明るさ一致信号と色一致信号との双方の入力が完了した場合に、明るさおよび色がともに一致したとの認識を示す一致信号が入力されたものとして取り扱うようにしたものである。

【0015】



(9) 本発明の第9の態様は、上述の第8の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

変動量を加算する変動操作により得られる階調値が最大階調値を上回ってしまう場合には、超過分を最小階調値から計数する循環処理を行い、変動量を減算する変動操作により得られる階調値が最小階調値を下回ってしまう場合には、超過分を最大階調値から計数する循環処理を行うようにしたものである。

【0016】

(10) 本発明の第10の態様は、上述の第8または第9の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

階調値変動手段が、明るさ変動操作を行っている状態において明るさ一致信号が入力された時点で色変動操作を開始し、色変動操作を行っている状態において色一致信号が入力された時点で明るさ変動操作を開始し、明るさ変動操作と色変動操作とを交互に繰り返し実行する機能を有し、かつ、階調値の変動量を徐々に減少させながら繰り返し実行する機能を有し、

一致信号入力手段が、変動量が所定の規定値に達した後に、明るさ一致信号と色一致信号との双方の入力が完了した場合に、明るさおよび色がともに一致したとの認識を示す一致信号が入力されたものとして取り扱うようにしたものである。

【0017】

(11) 本発明の第11の態様は、上述の第3、第5、第8の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

三原色RGBのうちの原色Bを特定色とし、原色Bの階調再現特性と、原色RおよびGに共通した階調再現特性と、を求めるようにしたものである。

【0018】

(12) 本発明の第12の態様は、上述の第1～第11の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

参照パターン生成手段が、第1副領域と第2副領域との面積比を複数N通りに設定することにより、互いに異なる参照輝度をもったN通りの参照パターンを生成する機能を有し、



特性演算手段が、N通りの参照パターンを用いたN通りのテストパターンについて得られたN通りの対応階調値に基づいて、各原色ごとの階調再現特性を求める機能を有するようにしたものである。

【0019】

(13) 本発明の第13の態様は、上述の第12の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

特性演算手段が、第1の座標軸に階調値、第2の座標軸に輝度をとった二次元座標系を定義し、この座標系上に、各参照輝度および対応階調値を座標値としてもつN個の点をプロットし、更に、最小輝度値および最小階調値を座標値としてもつ点と最大輝度値および最大階調値を座標値としてもつ点とをプロットし、プロットされた合計(N+2)個の点を通るグラフを、階調再現特性を示すグラフとして求めるようにしたものである。

【0020】

(14) 本発明の第14の態様は、上述の第13の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

N=3に設定して合計5個の点をプロットし、これら5個の点を第1の座標軸上の座標値の昇順に第1の点～第5の点と呼んだときに、第1、第2、第3の各点を通り輝度が階調値のべき乗の形式で定義される第1の関数曲線と、第3、第4、第5の各点を通り輝度が階調値のべき乗の形式で定義される第2の関数曲線と、を演算により求め、前記第1の関数曲線と前記第2の関数曲線とを連結してなる曲線を、階調再現特性を示すグラフとするようにしたものである。

【0021】

(15) 本発明の第15の態様は、上述の第1～第14の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

参照パターン生成手段が、第1副領域および第2副領域を、同一の形状および大きさをもった単位セルによって構成し、この単位セルの二次元配列によって参照パターンを構成するようにしたものである。

【0022】

(16) 本発明の第16の態様は、上述の第15の態様に係るカラーモニタの階



調再現特性測定装置において、

矩形状の単位セルを二次元行列状に配列することにより参照パターンを構成し、任意の奇数 i , j について、 i 行 j 列目の単位セル、 i 行 $(j+1)$ 列目の単位セル、 $(i+1)$ 行 j 列目の単位セル、 $(i+1)$ 行 $(j+1)$ 列目の単位セル、という 4 つの単位セルからなるセルグループを定義し、第 1 副領域および第 2 副領域の配置パターンを、すべてのセルグループについて共通にしたことを特徴とするカラーモニタの階調再現特性測定装置。

【0023】

(17) 本発明の第 17 の態様は、上述の第 16 の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

各セルグループを構成する 4 つの単位セルのうち、斜めに隣接する一対の単位セルによって第 1 の副領域を構成し、残りの一対の単位セルによって第 2 の副領域を構成し、面積比 1 : 1 となる参照パターンを構成するようにしたものである。

【0024】

(18) 本発明の第 18 の態様は、上述の第 16 の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

各セルグループを構成する 4 つの単位セルのうち、1 つの単位セルによって一方の副領域を構成し、残りの 3 つの単位セルによって他方の副領域を構成し、面積比 3 : 1 もしくは 1 : 3 となる参照パターンを構成するようにしたものである。

【0025】

(19) 本発明の第 19 の態様は、上述の第 1 ~ 第 18 の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

テストパターンを構成する第 1 属性の領域または第 2 属性の領域の輪郭を円または楕円にするようにしたものである。

【0026】

(20) 本発明の第 20 の態様は、上述の第 1 ~ 第 19 の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、



テストパターンを構成する一方の属性の領域を複数箇所に分散して配置し、その背景部分を他方の属性の領域とするようにしたものである。

【0027】

(21) 本発明の第21の態様は、上述の第20の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

第1属性の領域の面積の総和が、第2属性の領域の面積の総和に等しくなるように設定したものである。

【0028】

(22) 本発明の第22の態様は、上述の第20または第21の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

形状および大きさが同一となる複数の同一属性の領域を、所定の空間周波数が得られるように所定ピッチで二次元平面上に分散配置するようにしたものである。

【0029】

(23) 本発明の第23の態様は、上述の第22の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

同一属性の領域を横方向に所定ピッチ P_x で複数配置した一次元領域配列を、縦方向に所定ピッチ P_y (但し、 $P_y = \sqrt{3}/2 \cdot P_x$) で複数配置し、かつ、互いに隣接する一次元領域配列間では位相が半ピッチずれるように配置するようにしたものである。

【0030】

(24) 本発明の第24の態様は、上述の第22または第23の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、

テストパターンを目視するオペレータにとって、明暗差弁別特性および色差弁別特性の双方について良好な感度を示す空間周波数が得られるような所定ピッチで、同一属性の領域を分散配置するようにしたものである。

【0031】

(25) 本発明の第25の態様は、上述の第22または第23の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置において、



テストパターンを目視するオペレータにとって、明暗差弁別特性について良好な感度を示す空間周波数が得られるような第1のピッチと、色差弁別特性について良好な感度を示す空間周波数が得られるような第2のピッチと、が設定されており、

パターン表示手段が、オペレータによる明るさの一致認識作業が行われるときには、第1のピッチで同一属性の領域を分散配置してなるテストパターンを表示させ、オペレータによる色の一致認識作業が行われるときには、第2のピッチで同一属性の領域を分散配置してなるテストパターンを表示させるようにしたものである。

【0032】

(26) 本発明の第26の態様は、上述の第1～第25の態様に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置を、コンピュータの機能によって実現させるためのプログラムを用意し、このプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して配付できるようにしたものである。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図示する実施形態に基づいて説明する。

【0034】

<<< §1. 従来の一般的な目視による階調再現特性の測定方法 >>>

はじめに、従来から一般的に行われている目視によるモニタの階調再現特性の測定方法の基本原理を説明する。通常、目視によりモニタ特性を測定する場合、図1のブロック図に示すように、測定対象となるモニタ100に接続したパソコン200をモニタ特性測定装置として利用することができる。すなわち、パソコン200内に、階調再現特性を測定するためのプログラムを予め組み込んでおき、このプログラムを動作させることにより、モニタ100の画面上に後述するようなテストパターンを表示させるようにし、パソコン200の入力機器を利用してオペレータからの応答を得ることにより、測定に必要なデータの取り込みを行うことができる。

【0035】



ここでは、本発明に直接関連した階調再現特性（いわゆるガンマ特性）を測定する方法について述べるが、モニタ特性測定装置として機能するパソコン 200 を用いれば、三原色の色度や白色の色度などの特性も測定することが可能であり、これらの測定結果は、一般に、目視によるモニタプロファイルデータと呼ばれている。プロファイルデータの測定対象となるモニタ 100 は、いわゆる CRT モニタに限らず、液晶ディスプレイなども含まれる。なお、本明細書における「モニタ」とは、「ディスプレイ装置」と同義であり、電気信号に基づいて画像を提示する機能をもった装置を広く含むものである。また、モニタ 100 とパソコン 200 とを接続する際、通常、画像信号を受け渡すためのインターフェイスとして機能するグラフィックボードが用いられるが、このグラフィックボードのような画像処理回路は、モニタ 100 の表示特性を左右する構成要素であるから、モニタ特性測定装置による測定対象物の一部を構成するものである。別言すれば、本発明において「モニタ 100」とは、グラフィックボードのような画像処理回路も含んだ概念になる。

【0036】

図 2 は、モニタの一般的な階調再現特性を示すグラフである。図示のとおり、この階調再現特性は、モニタ 100 に与えられる入力信号の階調値と、モニタ 100 の画面上に得られる実際の表示輝度との関係を示すグラフになっている。ここでは、説明の便宜上、階調値が 8 ビットのデータで表現される 0～255 の 256 段階をとるものとし、輝度を 0%～100%（モニタの能力に依存した、もしくは所定の設定に基づく最低輝度～最高輝度）で表すことにする。

【0037】

この場合、図のグラフに示されているとおり、最小階調値 0 と最低輝度 0% とは一致し（グラフの原点 O）、最大階調値 255 と最高輝度 100% とは一致する（グラフの点 P）。これは、最小階調値 0 を示すデータが入力された場合には、最低輝度 0% による表示を行い、最高階調値 255 を示すデータが入力された場合には、最高輝度 100% による表示を行うような設定が、モニタ 100 の回路（通常は、グラフィックボード上の回路）によってなされているからである。しかしながら、その中間の階調値と輝度との関係は、必ずしも線形の関係にはな

らない。これは、グラフィックボード上のD/A変換回路などの特性に基づくものであり、この階調再現特性は、通常、個々のモニタの品種ごとに異なり、厳密に言えば、個々のロットごとによっても異なる。

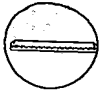
【0038】

一般的なCRTモニタでは、階調再現特性を示すグラフが、「輝度＝階調値 γ 」という、 γ 乗の項をもつ関数曲線に近似できることが知られている。この γ 値は、Windows（登録商標）では、「IEC61966-2-1: Colour Measurement and Management in Multimedia Systems and Equipment-Part2-1: Default RGB Colour Space-sRGB」規格に合せて、2.2にすることが推奨されている。また、Macintosh（登録商標）では、印刷用データをモニタに表示する用途が多いため、印刷の階調再現特性に近い、1.8にすることが推奨されている。図に一点鎖線で示すグラフAは、 $\gamma = 2.2$ の場合の階調再現特性を示しているが、実際には、図に実線で示すグラフB、Cのように、個々のモニタごとに固有のカーブを描くことになる。したがって、パソコン200側からモニタ100側に、階調値186を示すデータを与えた場合、グラフAに示すような理想的な特性をもつモニタでは、点Q1の縦座標値である50%の輝度が得られるが、グラフB、Cに示すような特性をもつモニタでは、それぞれ点Q2、Q3の縦座標値に対応する輝度が得られてしまう。逆に言えば、グラフBに示す特性をもつモニタに、階調値186に相当する本来の輝度50%の表示を行わせるためには、階調値186を点Q4の横座標値に相当する階調値150に補正する処理を行う必要が生じ、グラフCに示す特性をもつモニタに、階調値186に相当する本来の輝度50%の表示を行わせるためには、階調値186を点Q5の横座標値に相当する階調値200に補正する処理を行う必要が生じる。

【0039】

このような補正は、一般にガンマ補正と呼ばれている。結局、モニタ100をパソコン200などに接続して利用する際には、予め、このモニタ100に固有の階調再現特性を示すグラフを、モニタプロファイルデータとして求めておき、このデータを利用したガンマ補正を行う必要がある。

【0040】



既に述べたとおり、個々のモニタについての階調再現特性を測定する手法としては、光学的な測定装置を用いる手法もあるが、通常は、人間の目による目視を行いながら特性データを得る手法が採られる。図3は、目視により階調再現特性を測定する代表的な方法の基本原理を示す平面図である。この方法では、まず、測定対象となるモニタ100の画面上に、図3(a)に示すようなテストパターンを表示させる。このテストパターンは、第1属性の領域10と第2属性の領域20とによって構成されている。図示の例では、第1属性の領域10は正形状の領域であり、第2属性の領域20はこれを取り囲むような枠状の領域である。第1属性の領域10内には、一様な均一パターンを表示させるようにし、第2属性の領域20内には、所定の参照輝度をもった参照パターンを表示させるようにする。

【0041】

既に述べたとおり、図2のグラフの両端は、ガンマ特性を示す曲線がどのようなものであろうとも、点O、Pと定まっている。すなわち、最小階調値0を示すデータが与えられた領域は、常に最低輝度0%（真っ黒）で表示され、最大階調値255を示すデータが与えられた領域は、常に最高輝度100%（真っ白）で表示される。第2属性の領域20には、この性質を利用して、基準となる参照輝度をもった参照パターンを表示させるようにする。

【0042】

図3(b)は、第2属性の領域20の部分拡大図である。図示のとおり、第2属性の領域20は、最小階調値0をもつ帯状の第1副領域21と、最大階調値255をもつ帯状の第2副領域22と、を交互に配置することにより構成される。いわば、白黒のストライプ模様が形成されている。ここで、第1副領域21と第2副領域22との面積比を1:1に設定すれば（別言すれば、白黒のストライプの幅がすべて等しくなるように設定すれば）、個々の副領域21, 22は最低輝度0%もしくは最高輝度100%で表示されているものの、ある程度の距離だけ離れて目視観察すれば、疑似的に50%の輝度で表示されている領域として認識されることになる。もちろん、そのためには、白黒のストライプの幅寸法を、ある程度小さく設定し、ストライプパターン自身の肉眼観察が困難になるようにして



おく必要がある。

【0043】

結局、図3(a)に示すテストパターンにおいて、周囲の枠領域を形成している第2属性の領域20は、疑似的に50%の輝度を示す参照パターンとして機能する。一方、第1属性の領域10には、一様な均一パターンが表示される（別言すれば、全画素が同一の階調値をもつ）が、その明るさ（階調値）は、オペレータの入力操作によって可変となるようにしておく。そして、オペレータに、このテストパターンを目視させながら、第1属性の領域10の明るさが、第2属性の領域20の明るさと同一になるように、第1属性の領域10内の画素についての階調値を調整する操作を行わせる。

【0044】

ここで、たとえば、第1属性の領域10内の画素の階調値を85に設定したときに、領域10、20の明るさが同一になったとすれば、このモニタの場合、参照輝度50%に対応する階調値が85であることが認識できる。そこで、図4のグラフに示すように、参照輝度50%と対応階調値85とを両座標値にもつ点Qをプロットし、点O、Q、Pの3点を滑らかに結ぶ曲線を求めれば、この曲線が、求めるべき階調再現特性（ガンマ特性）ということになる。前述したとおり、一般的なCRTモニタの階調再現特性は、「輝度＝階調値 γ 」という関数曲線に近似できるので、3点が決まれば、図4のような曲線を一意的に決定することが可能である。結局、図4に示すような特性をもったモニタに、輝度50%に相当する表示を行わせる場合には、階調値85を示すデータを与えればよいことになる。

【0045】

<<< §2. 本発明に係る基本的な階調再現特性の測定方法 >>>

上述した従来の階調再現特性の測定方法によれば、オペレータの目視に基づく測定が可能になり、人間の目の感度特性に合致した測定結果が得られるメリットがある。しかしながら、印刷物を作成するDTP処理に利用されるカラーモニタなどでは、より精度の高い階調再現特性の測定が求められており、従来の測定方法では必ずしも十分な測定結果を得ることができない。本願発明者が行った実験



によると、特に、液晶カラーディスプレイや、経年変化が生じたCRTカラーモニタに対して、十分な精度をもった測定が困難であることが確認できた。その主たる理由は、カラーモニタの場合、階調再現特性が色ごとに異なっているためであると考えられる。

【0046】

一般に、カラーモニタでは、三原色RGBを用いたカラー画像表示が行われるため、三原色RGBのそれぞれについて別個の階調値を指定する必要がある。しかしながら、従来の階調再現特性の測定手法には、色ごとに別個の特性を測定するという考え方はなく、三原色すべてを一括した取り扱いしか行われていない。たとえば、図3(a)に示すようなテストパターンを用いた測定では、三原色RGBの階調値を常に共通にするという前提で、第1属性の領域10内の明るさ調整が行われる。このため、従来の方法で得られた階調再現特性は、三原色RGBに共通の特性となり、図4に示すような階調再現特性が得られた場合、この同じ特性を用いて、三原色RGBのすべてに対するガンマ補正が行われることになる。

【0047】

従来から、このような取り扱いがなされてきたのは、一般的なカラーモニタの場合、三原色RGBの階調再現特性がほぼ同一であると考えられてきたためである。確かに、CRTカラーモニタの場合、製品出荷時には、原色RGBの階調再現特性がほぼ同一となるような調整がなされている。しかしながら、経年変化により、蛍光体に劣化が生じるため、各原色ごとの階調再現特性にばらつきが生じてくる。また、一般的な液晶カラーディスプレイの場合、製品出荷時において、既に、各原色ごとの階調再現特性が異なっている。

【0048】

本願発明者は、多数のメーカー製の多種類のCRTカラーモニタおよび液晶ディスプレイについて、光学的な測定装置を用いて、実際に各原色ごとの階調再現特性を測定した結果、中古のCRTカラーモニタの多くについて、そして液晶ディスプレイについては新品、中古にかかわらず、ある共通した傾向が見られることを発見した。それは、三原色RGBのうち、原色R（赤）および原色G（緑）については、ほぼ同一の階調再現特性が得られるのに対し、原色B（青）につい



ては、異なる階調再現特性が得られる、という傾向である。より具体的に説明すれば、多くの液晶カラーモニタについては、図5に示すような傾向をもった階調再現特性が得られた。図示の例において、グラフC_r、C_g、C_bは、それぞれ原色R、G、Bについて測定された階調再現特性である。グラフC_r、C_gは、同一のカーブを描いているが、グラフC_bは、やや上方に外れたカーブを描いている。一方、中古のCRTカラーモニタについては、逆に、グラフC_bだけがやや下方に外れたカーブを描く。

【0049】

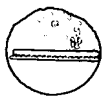
このように共通した傾向が現れた理由については、現在のところ、理論的な解析はなされていないが、いずれのメーカーのいずれの機種についても、ほぼ同様の傾向が見られた点を考慮すると、三原色RGBを用いたカラーモニタについては、ほぼ共通して見られる普遍的な傾向であると考えられる。本願発明者は、液晶カラーモニタについては、液晶素材の性質や偏光板の光学特性により、このような傾向が現われると考えており、また、中古のCRTカラーモニタについては、青の蛍光体の劣化が赤や緑の蛍光体の劣化より激しいためと考えている。結局、この図5に示すように、色ごとに異なる階調再現特性をもったカラーモニタに、輝度50%のグレー表示を行わせるためには、原色R、Gについては、点Q_r、Q_gの横座標値である85を階調値として与え、原色Bについては、点Q_bの横座標値である46を階調値として与える必要がある。

【0050】

本発明の基本思想は、上述のような事実を踏まえ、三原色RGBの各原色ごとの階調再現特性をすべて別個独立して求めることにより、あるいは、少なくとも原色R、Gについての階調再現特性と原色Bについての階調再現特性とを別個独立して求めることにより、高精度の階調再現特性の測定を可能にする、という点にある。

【0051】

本発明に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置は、三原色RGBを用いてカラー画像を表示する機能をもったカラーモニタにおける入力信号階調値と実際の表示輝度との関係を示す階調再現特性を目視により測定するための装置であり



、その基本原理は、§ 1 で述べた従来の測定手法と同様に、図 3 (a) に示すようなテストパターンを用いるものである。ただ、本発明では、色ごとに異なる階調再現特性を求めるために、次のような工夫を施している。

【0052】

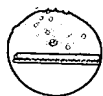
すなわち、第 1 属性の領域 10 については、常に明るさおよび色が一様な均一パターンが表示されるようにするが、この均一パターンの明るさおよび色は、オペレータの操作に基づいて、あるいは、所定の規則に基づいて自動的に変動するようにする。明るさだけでなく、色についても変動させる点が、従来の方法にはない新たな手法である。そして、オペレータには、第 1 属性の領域 10 と第 2 属性の領域 20 とを目視により比較させ、両領域の明るさおよび色がともに一致したとの認識が得られるまで、第 1 属性の領域 10 についての明るさおよび色の変動を継続させる。

【0053】

この明るさの変動と色の変動とは、原理的には同時に行うことも可能であるが、実用上は、明るさ変動操作と色変動操作とを別個独立して行うようにし、オペレータには、明るさ変動操作中に明るさの一致についての認識を行わせ、色変動操作中に色の一致についての認識を行わせるのが好ましい。

【0054】

明るさ変動操作は、三原色 RGB の各階調値のすべてについて、共通の変動量を増減する作業によって行うことができる。たとえば、 $R=120$ 、 $G=120$ 、 $B=120$ なる階調値により、第 1 属性の領域 10 に所定の均一パターンが表示されている状態において、共通の変動量 $S=5$ を増加させる作業を行えば、階調値は $R=125$ 、 $G=125$ 、 $B=125$ となり、第 1 属性の領域 10 に表示されている均一パターンの輝度は若干上昇する。逆に、共通の変動量 $S=5$ を減少させる作業を行えば、階調値は $R=115$ 、 $G=115$ 、 $B=115$ となり、第 1 属性の領域 10 に表示されている均一パターンの輝度は若干下降する。このような明るさ変動操作は、目視による色の変動はほとんど生じることがなく（もちろん、厳密には、色の変動が認識される可能性はあるが）、主として均一パターンの明るさを変える操作ということができる。



【0055】

一方、色変動操作は、三原色RGBのうちのいずれか1つの特定色についての階調値を増減する作業によって行うことができる。たとえば、 $R=120$ 、 $G=120$ 、 $B=120$ なる階調値により、第1属性の領域10に所定の均一パターンが表示されている状態において、特定色Rについての階調値を、変動量 $S=5$ だけ増加させる作業を行えば、階調値は $R=125$ 、 $G=120$ 、 $B=120$ となり、第1属性の領域10に表示されている均一パターンの赤味を若干強くすることができる。逆に、変動量 $S=5$ だけ減少させる作業を行えば、階調値は $R=115$ 、 $G=120$ 、 $B=120$ となり、第1属性の領域10に表示されている均一パターンの赤味を若干弱めることができる。このような色変動操作では、目視による明るさの変動は少なく、主として均一パターンの色を変える操作ということができる。

【0056】

オペレータの操作入力に基づいて、階調値を変動させるには、たとえば、図6に示すような操作パネルを画面上に表示させ、オペレータのマウス操作などにより、各原色の階調値を調節させるようにすればよい。この操作パネルでは、明るさ変動操作と色変動操作とを別個独立して行うことができる。すなわち、この操作パネルを構成する4本の水平バーは、いずれも0～255の範囲内の所定の階調値を示すバーになっており、ハッチングを施したバーの右端の位置が所定の階調値を示している。そして、各バーの右端の位置は、マウスカーソルMによりクリックした位置に即座に修正されるようになっており、オペレータは、4本のバーの右端位置を任意の位置に設定することができる。

【0057】

図に「RGB」と記された各バーは、それぞれ原色RGBの階調値を設定するためのバーである。これに対して、「明るさ」と記されたバーは、常に、その時点における原色RGBの階調値の平均を示すバーになっている。したがって、「RGB」と記されたいずれかのバーについて階調値の修正（右端位置の修正）を行うと、「明るさ」と記されたバーについての階調値も即座に連動して修正される。逆に、「明るさ」と記されたバーについての階調値の修正を行うと、「RG



B」と記された各バーについて階調値がそれに応じた分だけ即座に連動して修正される（たとえば、各バーの階調値に応じた按分比で、「明るさ」バーに対する変動分を調整すればよい）。

【0058】

このような操作パネルを用いれば、オペレータは、明るさ変動操作を行う場合には、「明るさ」と記されたバーについての階調値の修正操作を行えばよいし、色変動操作を行う場合には、「RGB」と記されたいずれかのバーについて階調値の修正操作を行えばよい。たとえば、より明るくする変動操作を行うのであれば、「明るさ」と記されたバーの右端よりも更に右側位置をマウスクリックすればよいし、赤味を若干弱める変動操作を行うのであれば、「R」と記されたバーの右端よりも若干左の位置をマウスクリックすればよい。

【0059】

この図6に示す操作パネルを、図3(a)に示すテストパターンの近傍に表示させておき、オペレータに、明るさ変動操作および色変動操作を行わせながら、第1属性の領域10および第2属性の領域20の明るさと色が一致するような調整を行わせれば、三原色RGBの各原色ごとの階調再現特性を別個独立して求めることができる。たとえば、第2属性の領域20内に50%の輝度に相当する参照パターンを表示させた状態において、オペレータが、明るさと色の双方が一致したと認識した場合を考えよう。このように、明るさと色の双方が一致したとの認識が得られたときには、オペレータに、一致ボタン30をクリックしてもらうようにする。この時点において、図6に示す操作パネルにおける「RGB」と記された各バーが示す階調値が、それぞれ $R=85$ 、 $G=85$ 、 $B=46$ であったとすると、結局、図5に示すように、各原色ごとの階調再現特性を示すグラフ C_r 、 C_g 、 C_b が得られることになる。

【0060】

もっとも、図6に示す操作パネルを用いた階調値の変動操作は、実用上、熟練したオペレータでなければ、実施が困難である。これは、一般的なオペレータの場合、「第1属性の領域10と第2属性の領域20とでは、色合いが若干異なっている」という認識はできるものの、「三原色のうちのどの色成分を増減したら



、同じ色が得られるのか」という判断ができないためである。このように、図6に示す操作パネルを用いた測定を行った場合、三原色RGBのすべてについて、それぞれ別個独立した階調再現特性を求めることができるものの、実用上は、オペレータに測定操作上の負担を課すことになる。その根本原因は、明るさ、原色R、原色G、原色Bという4つのパラメータが調整対象となっているためである。

【0061】

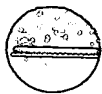
そこで本願発明者は、図7に示すような実用的な操作パネルを案出した。この操作パネルには、4つの調整ボタン31～34と一致ボタン30が設けられている。4つの調整ボタン31～34の配置は、各ボタンを配置する平面上に図示のようなXY二次元座標系（実際の操作パネルには、このような座標系は表示されない）を定義したときに、第1ボタン31および第2ボタン32がX軸上の原点を挟んだ対向位置に配置し、第3ボタン33および第4ボタン34がY軸上の原点を挟んだ対向位置に配置されていることになる。4つの調整ボタン31～34の形状は、この例では三角形になっているが、必ずしも三角形にする必要はない。

【0062】

ここで、第1ボタン31は、第1属性の領域10内に表示される均一パターンを明るくする指示を与えるボタンであり、第2ボタン32は、均一パターンを暗くする指示を与えるボタンであり、第3ボタン33は、均一パターンの特定色の成分を強める指示を与えるボタンであり、第4ボタン34は、均一パターンの特定色の成分を弱める指示を与えるボタンである。この例では、特定色として、原色Bが設定されている。

【0063】

各ボタンの操作と、各原色の階調値の変動操作との関係は、次のようになる。まず、第1ボタンに対する操作入力（たとえば、マウスクリック）があった場合には、三原色RGBの各階調値のすべてについて、共通の変動量を加える変動操作が行われ、第2ボタンに対する操作入力があった場合には、三原色RGBの各階調値のすべてについて、共通の変動量を減じる変動操作が行われる。また、第



3 ボタンに対する操作入力があった場合には、特定色（この例では原色 B）の階調値について、所定の変動量を加える変動操作が行われ、第 4 ボタンに対する操作入力があった場合には、特定色の階調値について、所定の変動量を減じる変動操作が行われる。

【0064】

たとえば、変動量 $S = 5$ に設定されていたとすると、第 1 ボタン 31 をクリックするたびに、三原色 RGB の全階調値が 5 だけ増加する修正が行われ、第 2 ボタン 32 をクリックするたびに、三原色 RGB の全階調値が 5 だけ減少する修正が行われる。同様に、第 3 ボタン 33 をクリックするたびに、特定色である原色 B の階調値だけが 5 だけ増加する修正が行われ、第 4 ボタン 34 をクリックするたびに、原色 B の階調値だけが 5 だけ減少する修正が行われる。もちろん、各階調値の許容範囲は 0 ～ 255 となっているので、最小階調値 0 および最大階調値 255 を越えるような修正はできない。

【0065】

結局、この図 7 に示す操作パネルでの調整対象は、明るさと原色 B という 2 つのパラメータだけになる。しかも、明るさのパラメータ調整は X 軸方向に関する操作、原色 B のパラメータ調整は Y 軸方向に関する操作、というように、直感的に把握可能な操作体系となっているため、図 6 に示す操作パネルに比べると、操作性は極めて向上している。第 1 ボタン 31 および第 2 ボタン 32 は、主として均一パターンの明るさが変わるように階調値を変動させる明るさ変動操作を行うためのボタンであり、第 3 ボタン 33 および第 4 ボタン 34 は、主として均一パターンの色が変わるように階調値を変動させる色変動操作を行うボタンということになる。

【0066】

また、各ボタン 31 ～ 34 の脇には、明暗青黄なる文字が示されており、オペレータに直感的な指針を示している。すなわち、オペレータは、より明るく修正したい場合には第 1 ボタン 31 をクリックし、より暗く修正したい場合には第 2 ボタン 32 をクリックし、より青っぽくしたい場合（青成分を増加させたい場合）には第 3 ボタン 33 をクリックし、より黄色っぽくしたい場合（青成分を減少



させたい場合)には第4ボタン34をクリックすればよい。そして、最終的に、明るさと色との双方が一致したと認識できたときには、一致ボタン30をクリックすればよい。

【0067】

この図7に示す操作パネルでは、三原色RGBの階調値をそれぞれ独立して設定することはできず、原色Rと原色Gの階調値は常に同一になる。したがって、三原色RGBの各原色ごとの階調再現特性のすべてを別個独立して求めることはできない。しかしながら、特定色として設定された原色Bの階調値を、他の原色R、Gの階調値と異ならせるような設定を行うことはできるので、原色R、Gについての階調再現特性と原色Bについての階調再現特性とを別個独立して求めることは可能である。

【0068】

既に図5のグラフに基づいて説明したとおり、多くのカラーモニタでは、三原色RGBのうち、原色Rおよび原色Gについては、ほぼ同一の階調再現特性が得られるのに対し、原色Bについては、異なる階調再現特性が得られる、という傾向がある。したがって、このような傾向をもったカラーモニタについての特性を測定することを前提とすれば、図7に示す操作パネルにより階調値の変動操作を行えば、実用上、支障は生じない。要するに、この図7に示す操作パネルでは、三原色RGBのうちの原色Bを特定色とし、原色Bの階調再現特性を示すグラフと、原色RおよびGに共通した階調再現特性を示すグラフと、を別個に求めることができる。

【0069】

なお、ボタンをクリックすることにより階調値を増減させる変動量Sは、任意に切り替え可能としておいてもよい。たとえば、変動量 $S=5$ という粗調整の設定と、変動量 $S=1$ という微調整の設定とを設けておき、最初の段階では、粗調整の設定で大まかな階調値の変動操作を行い、明るさと色とがある程度近似したと認識された時点で、微調整の設定に切り替え、細かな変動量を用いて細かな階調値の変動操作を続行する、という手法を採ることもできる。

【0070】



あるいは、各ボタンのクリック箇所により、変動量を変えるような構成にしておくことも可能である。たとえば、各ボタン 31～34 を構成する三角形の先端部分（XY 座標系の原点から離れた部分）をクリックすると、大きな変動量（たとえば、変動量 $S = 5$ ）による階調値の変動操作が行われ、三角形の底辺部分（XY 座標系の原点に近い部分）をクリックすると、小さな変動量（たとえば、変動量 $S = 1$ ）による階調値の変動操作が行われるようにしておけば、オペレータは、適宜、必要な変動量に応じたクリック操作を行うことにより、効率的な測定作業を行うことができるようになる。

【0071】

<<< § 3. 階調値を自動的に変動させる方法 >>>

上述した § 2 では、図 6 あるいは図 7 に示すような操作パネルを利用して、オペレータに明るさや色を変動させるための操作入力を行わせ、階調値の変動操作を行う例を示した。特に、図 7 に示す操作パネルを用いれば、明るいか暗いか、青っぽいかな黄色っぽいかな、という 2 つのパラメータに応じた調整操作を行えばよいので、図 6 に示す操作パネルを用いた場合に比べて、オペレータの作業負担は大幅に軽減される。しかしながら、いずれの操作パネルを用いたとしても、オペレータ自身が、明るさや色が一致する方向に操作入力を行わねばならない点では変わりはない。

【0072】

ここでは、このような操作入力の負担を更に軽減させる方法を述べる。この方法の主眼は、予め定められた所定の規則にしたがって、第 1 属性の領域 10 内に表示される均一パターンの階調値を時間とともに自動的に変動させるようにし、オペレータに、均一パターンの明るさや色が参照パターンと一致したと認識できた時点で、一致ボタンなどをクリックして報知してもらうことにある。ここで、階調値を時間とともに自動的に変動させるための規則としては、明るさと色が必要な範囲内で変動するような規則であれば、どのような規則であってもかまわないが、実用上は、明るさを変動させる操作と、色を変動させる操作と、の 2 通りの変動操作を分けて実行するような規則にするのが好ましい。

【0073】



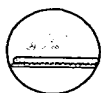
具体的には、三原色 RGB の各階調値のすべてについて、所定のタイミングで共通の変動量を加えるもしくは減じることにより、主として均一パターン明るさが変わるように階調値を変動させる明るさ変動操作と、三原色 RGB のうちのいずれか 1 つの特定色（実用上は、前述したとおり、原色 B を特定色にするのが好ましい）の階調値について、所定のタイミングで所定の変動量を加えるもしくは減じることにより、主として均一パターンの色が変わるように階調値を変動させる色変動操作と、の 2 通りの変動操作を行うようにすればよい。

【0074】

上述の明るさ変動操作は、図 7 に示す操作パネルにおける第 1 ボタン 31 もしくは第 2 ボタン 32 を所定のタイミングで自動的にクリックする処理に相当する。たとえば、共通の変動量 $S = +5$ （+ は階調値を増加させることを示す）を設定し、所定のタイミングとして 1 秒ごとの繰り返し周期を設定しておけば、三原色 RGB の各階調値のすべてが 1 秒ごとに 5 ずつ自動的に増加することになる。あるいは、共通の変動量 $S = -6$ （- は階調値を減少させることを示す）を設定し、所定のタイミングとして 2 秒ごとの繰り返し周期を設定しておけば、三原色 RGB の各階調値のすべてが 2 秒ごとに 6 ずつ自動的に減少することになる。

【0075】

なお、各階調値は、0 ～ 255 の許容範囲しかとり得ないので、変動量を加算する変動操作により得られる階調値が最大階調値 255 を上回ってしまう場合には、超過分を最小階調値 0 から計数する循環処理を行い、変動量を減算する変動操作により得られる階調値が最小階調値 0 を下回ってしまう場合には、超過分を最大階調値 255 から計数する循環処理を行うようにする。たとえば、階調値 253 に変動量 5 を加算すると、階調値は 258 になってしまうが、その場合は、そこから 256 を減じることにより得られる階調値 2 を代わりに用いるようにする。要するに、階調値を $255 \rightarrow 0$ というように循環させて、超過分の 3 段階分の階調値を、最小階調値 0 から 0, 1, 2 と計数することになる。同様に、階調値 2 から変動量 6 を減算するような場合、減算結果は -4 になってしまうが、256 を加えることにより得られる階調値 252 を代わりに用いるようにする。要するに、階調値を $0 \rightarrow 255$ というように循環させて、超過分の 4 段階分の階調



値を、最大階調値 255 から 255, 254, 253, 252 と計数することになる。

【0076】

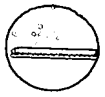
このような明るさ変動操作における各原色の階調初期値は、任意に設定しておいてかまわないが、実用上は、三原色の階調初期値を所定の共通値にしておけばよい。たとえば、 $R=0$, $G=0$, $B=0$ を初期値として設定し、共通の変動量 $S=+5$ により変動させれば、各原色の階調値は、 $0 \rightarrow 5 \rightarrow 10 \rightarrow 15 \rightarrow \dots \rightarrow 250 \rightarrow 255 \rightarrow 4 \rightarrow 9 \rightarrow 14 \rightarrow \dots$ というように自動的に変化してゆくことになる。このような変動操作を自動的行わせると、オペレータから見ると、第1属性の領域10内の均一パターンが、真っ黒→暗いグレー→中間グレー→明るいグレー→白→真っ黒→…というように時々刻々と変化してゆく様子が観察されることになる。第2属性の領域20内には、輝度50%の参照パターンが表示されているので、オペレータは、均一パターンが中間グレーになったあたりで、参照パターンの明るさに一致したとの認識を得ることになる。オペレータには、この明るさが一致したとの認識が得られた時点で、明るさ一致を示す入力（たとえば、明るさ一致ボタンのクリック）を行ってもらう。

【0077】

もちろん、人間の行う操作であるから、一致認識の判断が遅れて、一致入力操作を行うべきタイミングを逸してしまうこともある。その場合、均一パターンは、中間グレーを通り過ぎ、明るいグレーへと変遷していつてしまうことになるが、しばらく待てば、再び、真っ黒の状態に循環してくることになり、中間グレーに対して一致入力操作を行うチャンスが再び巡ってくる。このように、階調値を繰り返し循環させて変動する方法を採れば、オペレータに何度も一致入力操作を行うチャンスを与えることができるようになるので、より正確な一致入力が可能である。実際、何回か循環させれば、オペレータは、階調変化の周期が感覚的につかめるようになり、最終的には、正確な一致入力操作が可能になる。

【0078】

なお、変動量 S をある程度大きく設定すると、オペレータの目から見て、完全に一致したとの認識が得られない場合もある。その場合には、最も近くなった



ときに一致認識を示す入力を行わせるようにすればよい。これは、明るさの一致認識だけではなく、後述する色の一致認識についても同様である。要するに、本発明において、オペレータによる「一致認識」とは、必ずしも完全に一致したとの認識を意味するものではなく、所定条件下で、明るさや色が最も近くなったと判断できる認識範囲までも含むものである。実際には第一属性の領域10の輪郭が第2属性の領域20内に埋もれて、あたかも溶け込んだように見えた場合に一致認識が行われることになる。

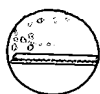
【0079】

以上、明るさ変動操作について説明したが、色変動操作もほぼ同様である。色変動操作は、図7に示す操作パネルにおける第3ボタン33もしくは第4ボタン34を所定のタイミングで自動的にクリックする処理に相当する。たとえば、共通の変動量 $S = +5$ を設定し、所定のタイミングとして1秒ごとの繰り返し周期を設定しておけば、三原色RGBのうちの特定色の階調値のみが、1秒ごとに5ずつ自動的に増加することになる。原色Bを特定色とした場合、均一パターンの色合いは、徐々に青味が増してゆくことになる。もちろん、この色変動操作においても、階調値が0～255の許容範囲内となるような循環処理を行うので、青味が最大に達した直後には、黄色味が最大（青味が最小）の状態に遷移する。原色R、Gの階調値は一定に維持されたままである。

【0080】

このように、自動的に色変動操作を行うと、オペレータから見ると、第1属性の領域10内の均一パターンが、黄色味の強い色から徐々に黄色味が薄まってゆき、やがて無彩色に近い色になった後、青味が徐々に強まってゆき、青味が最大に達した後、再び黄色味の強い色へ戻る、という循環する様子が観察されることになる。第2属性の領域20内には、輝度50%の無彩色の参照パターンが表示されているので、オペレータは、均一パターンのごく淡い色味が黄味から青味に転じるあたりで、参照パターンの色に一致したとの認識を得ることになる。オペレータには、色が一致したとの認識が得られた時点で、色一致を示す入力（たとえば、色一致ボタンのクリック）を行ってもらう。

【0081】



この色一致の判断も、オペレータにとっては非常に微妙な感覚的な判断になるので、一致入力操作を行うべきタイミングを逸してしまうこともあろう。しかし、明るさの変遷と同様に、色の変遷も循環して繰り返行われるので、一致入力操作を行うチャンスは何度も巡ってくることになり、最終的には、正確な一致入力操作が可能になる。

【0082】

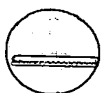
図8は、上述した原理に基づいて、明るさ変動操作と色変動操作とを所定の規則に基づいて自動的に実行しながら、オペレータに明るさ一致の入力操作と色一致の入力操作とを行わせるために用いる操作パネルの一例を示す図である。図示のとおり、オペレータが操作するボタンは、スタートボタン40、明るさ一致ボタン41、色一致ボタン42の3種類であり、各ボタンの脇には、それぞれ操作のための説明文が付されている。この図8に示すような操作パネルを、図3(a)に示すテストパターンの近傍に表示させ、オペレータに、マウスなどを用いて各ボタンをクリックしてもらえば、一連の測定作業が完了することになる。

【0083】

まず、オペレータは、ステップ0と書かれた説明文に従って、スタートボタン40をクリックする。これにより、上述した自動的な明るさ変動操作が実行され、第1属性の領域10内の均一パターンの明るさが時々刻々と変動し始める。そこで、オペレータは、ステップ1と書かれた説明文に従って、均一パターンの明るさが参照パターンの明るさと同じになったと感じた時点で、明るさ一致ボタン41をクリックする。これにより、今度は、上述した自動的な色変動操作が実行され、均一パターンの色（原色Bに関わる色）が時々刻々と変動し始める。そこで、オペレータは、ステップ2と書かれた説明文に従って、均一パターンの色が参照パターンの色と同じになったと感じた時点で、色一致ボタン42をクリックする。

【0084】

以上で、一連の測定作業は完了である。色一致ボタン42がクリックされた時点における三原色RGBの各階調値（この例の場合、RとGは同じ値になる）を、それぞれ参照輝度50%に対応する各原色ごとの対応階調値として、図4の点



Qに相当する点をプロットし、各原色ごとの階調再現特性のグラフ（RとGは同じグラフになる）を求めればよい。

【0085】

結局、図8に示す明るさ一致ボタン41は、明るさ変動操作を行っている状態において、オペレータから明るさが一致したとの認識を示す明るさ一致信号を入力するための明るさ一致信号入力手段として機能することになり、色一致ボタン42は、色変動操作を行っている状態において、オペレータから色が一致したとの認識を示す色一致信号を入力するための色一致信号入力手段として機能することになる。そして、明るさ一致信号と色一致信号との双方の入力が完了した場合に、明るさおよび色がともに一致したとの認識を示す一致信号が入力されたものとして取り扱い、各原色ごとの階調再現特性が求められることになる。上述の例では、三原色RGBのうちの原色Bを特定色とし、原色Bの階調再現特性を示すグラフと、原色RおよびGに共通した階調再現特性を示すグラフと、がそれぞれ別個に求められる。

【0086】

なお、図8に示す操作パネルを用いた例では、明るさ一致信号の入力操作と色一致信号の入力操作とをそれぞれ1回ずつ行うことにより、測定作業を完了させているが、実用上は、これらの操作を交互に繰り返し実行するような形態を採るのが好ましい。その第1の理由は、この一致認識操作が、人間の目視による感覚的な操作であるため、必ずしも1回の入力操作で正確な認識を行うことができないためである。そして第2の理由は、明るさ変動操作は必ずしも明るさのみを変動させる操作にはならず、色変動操作は必ずしも色のみを変動させる操作にはならないためである。たとえば、図8の操作パネルにおいて、明るさ一致ボタン41がクリックされた時点で、明るさが正確に一致していたとしても、続いて実行される色変動操作により、色だけではなく明るさにも変動が生じてしまうことになるので、明るさの一致状態は失われてしまうことになる。このような弊害を避ける上では、明るさを一致させる操作と色を一致させる操作を交互に繰り返し実行するのが効果的であり、特に、階調値の変動量を徐々に減少させながら繰り返し実行するのが効果的である。



【0087】

具体的には、図9の流れ図に示す処理を行えばよい。まず、ステップS1において、三原色R、G、Bの各階調値の初期値および変動量Sの初期値を設定する。図示の例では、それぞれをR0、G0、B0、S0に設定している。

【0088】

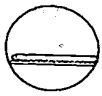
続いて、ステップS2、S3において、明るさを一致させる操作が実行される。すなわち、まず、ステップS2において、三原色R、G、Bの各階調値に、変動量Sを加える処理が行われる。ただし、前述した循環処理を行うため、階調値が255を越える値になったら、256を減じることにする。そして、ステップS3で、明るさ一致ボタンが押されたか否かを判定し、押されていないければ、再びステップS2へ戻り、階調値の更新を行う。こうして、明るさ一致ボタンが押されるまで、ステップS2、S3の処理が繰り返される。もっとも、この繰り返し処理の周期は、たとえば、1秒おきのように、オペレータが一致認識の判断を行うのに十分な時間が設定される。

【0089】

ステップS3において、明るさ一致ボタンが押されたことが検出されたら、続いて、ステップS4、S5において、色を一致させる操作が実行される。すなわち、まず、ステップS4において、特定色Bの階調値に対してのみ、変動量Sを加える処理が行われる。ここでも循環処理を行うため、階調値が255を越える値になったら、256を減じることにする。そして、ステップS5で、色一致ボタン（明るさ一致ボタンと兼用してもかまわない）が押されたか否かを判定し、押されていないければ、再びステップS4へ戻り、特定色Bについての階調値の更新を行う。こうして、色一致ボタンが押されるまで、ステップS4、S5の処理が繰り返される。この繰り返し処理の周期も、たとえば、1秒おきのように、オペレータが一致認識の判断を行うのに十分な時間が設定される。

【0090】

ステップS5において、色一致ボタンが押されたことが検出されたら、一応、オペレータから、明るさ一致信号および色一致信号の双方が入力されたことになるが、この時点では、まだ測定結果となる階調値の確定は行わず、ステップS6



からステップS7を経て、再びステップS2からの手順が実行される。しかも、ステップS7では、変動量Sを減少させる更新処理を行うようにする。したがって、二巡目のステップS2、S4で加えられる変動量Sは、一巡目の値よりも小さくなっており、よりきめの細かな一致判定が可能になる。必要に応じて、変動量Sを更に小さくしながら、三巡目、四巡目と繰り返すようにする。

【0091】

たとえば、変動量Sの初期値S0を+5に設定しておき、ステップS7では、これを2ずつ減少させる更新を行うようにし、ステップS6における変動量Sの既定値を1に設定した場合、一巡目は変動量S=+5、二巡目は変動量S=+3、三巡目は変動量S=+1となり、三巡したところで繰り返し処理は完了する。こうして、変動量Sが予め設定した所定の規定値に達した場合、ステップS6からステップS8へと進み、その時点の三原色R、G、Bの各階調値を出力するようにする。これらの階調値を、参照輝度50%に対応する対応階調値として、各原色ごとの階調再現特性を求めることは、既に述べたとおりである。

【0092】

この図9に示す手順において、一巡目の一致認識と、二巡目の一致認識とでは、認識条件に大きな違いがある。たとえば、一巡目のステップS3での一致認識は、一応、明るさがある程度の一致状態になったことを示しているが、その時点では、色の一致は全く考慮されていないことになる。ところが、二巡目のステップS3での一致認識は、既に、一巡目のステップS5において色の一致認識が完了しているという前提での明るさの一致認識になっているため、明るさと色との双方を一致させる、という本来の目的を踏まえると、より好ましい一致状態が得られていることになる。また、一巡するごとに、変動量Sを小さくして、きめの細かな一致認識が行われるようにしているので、三巡目のステップS3の一致認識では、二巡目のステップS3の一致認識よりも、更に好ましい一致状態が得られていることになる。

【0093】

結局、この図9の流れ図に示す手順は、明るさ変動操作を行っている状態（ステップS2）において明るさ一致信号が入力されたら（ステップS3）、色変動



操作を開始し（ステップS4）、この色変動操作を行っている状態（ステップS4）において色一致信号が入力されたら（ステップS5）、明るさ変動操作（ステップS2）を開始し、明るさ変動操作と色変動操作とを交互に繰り返し実行してゆき、しかも、階調値の変動量Sを徐々に減少させる（ステップS7）処理とすることができる。そして、変動量Sが所定の規定値に達した後に、明るさ一致信号と色一致信号との双方の入力が完了した場合に、明るさおよび色がともに一致したとの認識を示す一致信号が入力されたものとして取り扱うことになる。

【0094】

なお、変動量Sとしては、負の値を設定することも可能である。その場合、ステップS2、S4では、実質的に減算によって変動後の階調値が求められることになり、変動後の階調値が負の値になったら、256を加える処理を行うことになる。もちろん、ステップS7では、変動量Sの絶対値が徐々に減少するような更新が行われることになる。

【0095】

また、上述の実施形態では、階調値の繰り返し変動を、 $0 \sim 255 \rightarrow 0 \sim 255 \rightarrow 0 \sim 255 \dots$ という循環運動により行っているが、この階調値の繰り返し変動は、往復運動により行うようにしてもよい。この場合、最大階調値あるいは最小階調値を越えるような変動値が得られた時点で、折り返す処理を行い、変動量Sの符号を反転させればよい。具体的には、正の変動量+Sにより徐々に階調値を増加させていった結果、最大階調値255を越えてしまった場合には、変動量の符号を反転させ、負の変動量-Sにより徐々に階調値を減少させてゆき、その結果、最小階調値0を越えてしまった場合には、変動量の符号を反転させ、再び正の変動量+Sにより徐々に階調値を増加させてゆけばよい。結局、階調値を0～255まで徐々に増加させてゆく処理と、255～0まで徐々に減少させてゆく処理と、が交互に行われることになる。

【0096】

更に、上述の例では、階調値の繰り返し変動を循環運動により行うにせよ、往復運動により行うにせよ、階調値の許容範囲である0～255の全範囲にわたって変動させているが、実用上は、必ずしもこの全範囲にわたって変動させる必要



はない。たとえば、測定対象となるモニタの階調再現特性が、図5に示すようなグラフを示していた場合、最終的には、 $R=85$ 、 $G=85$ 、 $B=46$ という階調値が、参照輝度50%に対応する対応階調値として得られることになる。これらの値は、0～255の範囲の中央値128に比べると、かなり0側に偏った値である。しかしながら、一般的なモニタにおいて、参照輝度50%に対応する対応階調値として、10とか20という値や、240とか250という値が得られることは、実用上、考えにくい。したがって、実用上は、たとえば、30～230という限定された範囲内で、循環運動や往復運動させるようにしてもかまわない。

【0097】

また、図9に示す手順のように、変動量 S を徐々に減少させながら、繰り返して処理を行う場合には、変動量 S を減少させるのと同時に、循環運動や往復運動を行う階調値の変動範囲を狭めてゆくと、より効率的な測定作業が可能になる。たとえば、変動量 $S=+5$ に設定した一巡目のステップ $S2$ 、 $S4$ では、階調値の変動範囲を0～255という全許容範囲に設定しておく。そして、変動量 $S=+3$ に設定した二巡目のステップ $S2$ 、 $S4$ では、階調値の変動範囲を、たとえば、変動前の階調値を中心として ± 30 の範囲内、というように狭めておく。

【0098】

そうすれば、たとえば、一巡目が終了した時点で、 $R=90$ 、 $G=90$ 、 $B=50$ という結果が得られていたとすると、二巡目のステップ $S2$ では、 $R=60\sim 120$ 、 $G=60\sim 120$ 、 $B=20\sim 80$ という限定された範囲内での変動が行われることになる。既に一巡目の処理で、明るさおよび色の一致が得られると期待される各原色の階調値についての大まかな値（この例の場合、 $R=90$ 、 $G=90$ 、 $B=50$ という値）が得られてい得られているので、二巡目では、この大まかな値を中心として ± 30 の範囲内で変動させれば十分と言える。可能性の全くない階調値まで変動させることは、非効率的である。同様に、三巡目では、たとえば、変動量 $S=+1$ とし、変動前の階調値を中心として ± 10 の範囲内に変動させる、というように設定すればよい。

【0099】



<<< § 4. より多数の点をプロットする方法 >>>

図4のグラフに示すような階調再現特性を求めるためには、グラフの両端点O, P以外の点Qをプロットし、3点O, P, Qを通る近似関数曲線を演算により求めればよいことは、既に§1で述べたとおりである。そして、点Qの位置を目視による測定で求めるために、図3(a)に示すようなテストパターンを用い、第2属性の領域20内に、図3(b)に示すような白黒のストライプ模様からなる参照輝度50%に相当する参照パターンを表示させ、第1属性の領域10内の均一パターンとの同一性を目視確認する方法をとることも、既に述べたとおりである。

【0100】

このように、階調再現特性（ガンマ特性）を、3点O, P, Qを通る近似関数曲線として求めることができるのは、一般的なCRTモニタの階調再現特性が、「輝度＝階調値 γ 」という γ 乗の項をもつ関数曲線になることが知られているためである。これはそもそも、ブラウン管に加えられた電圧Eと発光出力Lとの間に、「 $L = E^\gamma$ 」なる関係が得られるためである。したがって、ブラウン管を用いたモニタの場合には、参照輝度50%に相当する参照パターンを用いて対応階調値を測定し、点Qをプロットすることができれば十分である。しかしながら、液晶ディスプレイなどでは、階調再現特性は、必ずしも γ 乗の項をもつ関数曲線になるとは限らない。

【0101】

階調再現特性のグラフが、 γ 乗の項をもつ関数曲線で近似できない場合、3点O, P, Qだけでは、正確な近似関数曲線を演算により求めることは困難である。そこで、ここでは、より多数の点をグラフ上にプロットすることにより、任意関数で表される階調再現特性を求める例を述べる。具体的には、図10に示すように、グラフの両端点O, P以外に、3つの点Q1, Q2, Q3をプロットし、5点O, Q1, Q2, Q3, Pを通る近似関数曲線を演算により求める実施形態を説明することにする。

【0102】

まず、図10に示す点Q2については、これまで述べてきた方法により測定す



ることが可能である。すなわち、図示の点Q2は、参照輝度50%に対する対応階調値が85になるという測定結果によりプロットすることが可能である。このような測定は、図3(b)に示すように、疑似的に50%の輝度を示す参照パターンを第2属性の領域20内に表示させたテストパターンを用いて、第1属性の領域10内に表示される均一パターンの明るさおよび色を一致させるための階調値変動処理によって行われる。

【0103】

一方、図10に示す点Q1、Q3を求めるには、第2属性の領域20内に表示される参照パターンの参照輝度を、それぞれ25%、75%に変え、全く同様の手順による測定処理を行えばよい。図10に示す例は、参照輝度25%に対する対応階調値が26になるという測定結果により点Q1がプロットされ、参照輝度75%に対する対応階調値が148になるという測定結果により点Q3がプロットされた例である。もちろん、実際には、参照輝度25%、50%、75%に対応する対応階調値は、それぞれの原色ごとに求められ、各点Q1、Q2、Q3のプロットも、各原色ごとに行われることになる。

【0104】

参照パターンの参照輝度は、第1副領域21と第2副領域22との面積比を調整することにより、任意に設定することができる。たとえば、図3(b)に示す参照パターンの場合、最小階調値0をもつ帯状の第1副領域21と、最大階調値255をもつ帯状の第2副領域22と、を交互に配置した白黒のストライプ模様から構成されており、第1副領域21と第2副領域22との面積比が1:1に設定されているため、参照輝度は50%になっている。この面積比を3:1に設定すれば（たとえば、黒の帯の幅を白の帯の幅の3倍に設定すれば）、参照輝度が25%の参照パターンが実現でき、この面積比を1:3に設定すれば（たとえば、黒の帯の幅を白の帯の幅の1/3倍に設定すれば）、参照輝度が75%の参照パターンが実現できる。

【0105】

一般に、第1副領域21と第2副領域22との面積比を複数N通りに設定することにより、互いに異なる参照輝度をもったN通りの参照パターンを生成するこ



とが可能である。そして、このN通りの参照パターンを用いたN通りのテストパターンについて、前述したように、オペレータの目視による測定作業を行えば、各参照輝度に対応したN通りの対応階調値が得られる。そこで、図10に示すように、第1の座標軸（横軸）に階調値、第2の座標軸（縦軸）に輝度をとった二次元座標系を定義し、この座標系上に、各参照輝度および対応階調値を座標値としてもつN個の点（図10の例の場合は3個の点Q1, Q2, Q3）をプロットし、更に、最小輝度値および最小階調値を座標値としてもつ点（図10の例の場合は原点O）と最大輝度値および最大階調値を座標値としてもつ点（図10の例の場合は点P）とをプロットし、プロットされた合計（N+2）個の点を通るグラフを、階調再現特性を示すグラフとして、各原色ごとの階調再現特性を示すグラフを求めればよい。

【0106】

このように、二次元座標系上にプロットされた複数の座標点を通る近似関数曲線を求める方法には、様々な手法が知られている。たとえば、スプライン曲線やベジェ曲線などは、複数の点を通る近似関数曲線として広く知られているので、必要があれば、これらの曲線を用いた近似を行えばよい。

【0107】

前述したように、一般的なCRTモニタの場合であれば、図10に示すような5点O, Q1, Q2, Q3, Pがプロットされ、べき乗の形式で定義される関数曲線による近似が可能である。ところが、本願発明者による測定によると、液晶ディスプレイなどでは、図11に示すようなS字状の特性曲線が得られることも少なくない。このようなS字状の特性曲線は、べき乗の形式で定義される一般的なガンマ特性カーブによる近似を行うことができないので、スプライン曲線やベジェ曲線などを用いた近似を行うことができる。

【0108】

ただ、実用上は、スプライン曲線やベジェ曲線などを用いた近似は、必ずしも適当ではない。その理由は、スプライン曲線やベジェ曲線は、いわゆるドロー形式の作図用ソフトウェアで利用される物体の輪郭形状を表現するための曲線であり、物理的な意味をもつグラフを表現する上では不都合な点があるためである。



具体的に言えば、階調再現特性を示す関数の両変数となる階調値および輝度は、いずれも正の値をとるべき変数であり、負の値を示すことはない。したがって、図 11 に示すグラフも、この二次元座標系の第 1 象限にのみ定義されるグラフということになる。ところが、スプライン曲線やベジェ曲線などによる近似を行うと、このような物理的な意味を無視した近似が行われてしまうため、グラフが第 2 象限や第 4 象限に食い出してしまいう結果になりかねない。したがって、近似曲線を求める際には、それなりの配慮が必要になる。

【0109】

そこで本願発明者は、まず、二次元座標系上にプロットされた 5 点 O, Q1, Q2, Q3, P について、べき乗の形式で定義される関数曲線による近似を試みて、近似がうまくゆかない場合には、これが図 11 に示すような S 字状の特性曲線であるものと考え、次のような方法で、2 つの部分に分け、それぞれの部分をべき乗の形式で定義される関数曲線で近似させる手法をとると有効であることを見出した。具体的には、図 11 に示す例の場合、点 O, Q1, Q2 の各点を通る第 1 の関数曲線と、点 Q2, Q3, P の各点を通る第 2 の関数曲線と、の 2 つの関数曲線によって近似すればよい。ここで、この 2 つの関数曲線は、いずれもべき乗の形式で定義される関数曲線で近似すればよい。そうすれば、必ず第 1 象限内のグラフが得られることになる。

【0110】

結局、この手法は、二次元座標系上にプロットした 5 個の点を第 1 の座標軸上の座標値の昇順に第 1 の点～第 5 の点と呼んだときに、第 1、第 2、第 3 の各点を通り輝度が階調値のべき乗の形式で定義される第 1 の関数曲線と、第 3、第 4、第 5 の各点を通り輝度が階調値のべき乗の形式で定義される第 2 の関数曲線と、を演算により求め、第 1 の関数曲線と第 2 の関数曲線とを連結してなる曲線を、階調再現特性を示すグラフとする手法とすることができる。このように、2 つの関数曲線を連結した場合、連結点となる第 3 の点（図 11 における点 Q2）において、両関数曲線の曲率が乖離する可能性があるが、階調再現特性を示すグラフとして利用する上では、特に支障は生じない。

【0111】



<<< § 5. より好ましいテストパターン >>>

続いて、本発明を実施する上で、より好ましいテストパターンを述べておく。これまで述べてきた実施形態では、図 3 (a) に示すように、正形状をした第 1 属性の領域 10 と、その周囲を囲むような枠状をした第 2 属性の領域 20 とによって構成されるテストパターンを用い、第 2 属性の領域 20 内には、図 3 (b) に示すように、ストライプ模様状の参照パターンを形成するようにしていた。このようなテストパターンは、従来から利用されているパターンであるが、必ずしも最適のテストパターンではない。

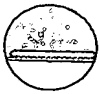
【0112】

本願発明者は、図 3 (a) に示す従来のテストパターンよりも、図 12 (a) に示すようなテストパターンを用い、図 3 (b) に示す従来の参照パターンよりも、図 12 (b) に示すような参照パターンを用いた方が、より正確な測定が可能になることを見出した。図 12 (a) に示すテストパターンは、均一パターンを表示するための第 1 属性の領域 50 と、参照パターンを表示するための第 2 属性の領域 60 と、によって構成されるが、参照パターンは、図 12 (b) の拡大平面図に示すように、第 1 副領域 61 (図における黒いセル) と第 2 副領域 62 (図における白いセル) とによる市松模様をなす。なお、図 12 (a) では、図示の便宜上、第 2 属性の領域 60 内に水平線によるハッチングを施して示してあるが、実際には、第 2 属性の領域 60 内には、図 12 (b) の拡大平面図に示すような市松模様からなる参照輝度 50 % の参照パターンが形成されていることになる。以下、この図 12 (a) に示すテストパターンおよび図 12 (b) に示す参照パターンの特徴と、その特徴により得られる固有の効果を述べることにする。

【0113】

(1) 参照パターンに関する特徴

図 12 (b) に示す参照パターンを、図 3 (b) に示す参照パターンと比較すると、後者が白黒のストライプ模様のパターンから構成されているのに対し、前者は白黒の市松模様のパターンから構成されていることがわかる。ここで、図 12 (b) に示す参照パターンが市松模様パターンとなっているのは、たまたま、この参照パターンが参照輝度 50 % を示すパターンであるためであり、その本質は、第



1 副領域 6 1 (黒) と第 2 副領域 6 2 (白) とを、同一の形状および大きさをもった単位セルによって構成し、この単位セルの二次元配列によって参照パターンを構成した点にある。特に、ここに示す例では、矩形状 (この例では正方形) の単位セルを二次元行列状に配列することにより参照パターンを構成している。

【0114】

このように、同一の形状および大きさをもった単位セルの二次元配列によって構成された参照パターンは、ストライプ模様からなる参照パターンに比べて、観察時の疑似的な均一性をより高める効果を有する。オペレータによる目視測定時には、参照パターンは、ある程度の視距離から観察されることになるので、ストライプ模様のパターンも市松模様のパターンも、実際には、その模様自体が直接オペレータに認識されることはなく、いずれもほぼグレーの一樣なパターンとして認識される。ただ、市松模様のパターンの方が、より細かな単位セルから構成されているため、観察時の均一性はより向上することになる。

【0115】

この特徴は、特に、50%以外の参照輝度をもった参照パターンを形成する場合に顕著である。たとえば、§4で述べた実施例の場合、3通りの参照輝度25%、50%、75%をもった参照パターンを用意する必要があるが、このような場合、単位セルの二次元配列により参照パターンを形成する方法は特に効果を発揮する。矩形状の単位セルを二次元行列状に配列した参照パターンを用いて、参照輝度25%および75%の参照パターンを形成した例を、図13(a)および(b)に示す。なお、図13(b)では、説明の便宜上、第2副領域62(白)を構成する各単位セルの境界線を描いて示してあるが、実際には、この白いセル間の境界線は表示されない。

【0116】

参照輝度の設定は、第1副領域61(黒)と第2副領域62(白)との面積比を変えることにより行うことになる。すなわち、参照輝度を25%に設定するためには、この面積比を3:1とし、参照輝度を75%に設定するためには、この面積比を1:3とする必要がある。矩形状の単位セルを二次元行列状に配列した参照パターンを用いると、面積比1:1(図12(b))、3:1(図13(a))



、1:3 (図13(b)) の設定を合理的に行うことができ、しかも疑似的な均一性を十分に確保したパターンを得ることができる。

【0117】

これらの3通りの参照パターンでは、いずれも、2行2列に配置された4つの単位セルにより1つのセルグループが構成されている。ここで、各セルグループを構成する4つの単位セルのうち、斜めに隣接する一対の単位セルによって第1の副領域61 (黒) を構成し、残りの一対の単位セルによって第2の副領域62 (白) を構成すれば、面積比1:1となる図12(b) に示す参照パターンを構成することができる。また、各セルグループを構成する4つの単位セルのうち、1つの単位セルによって一方の副領域を構成し、残りの3つの単位セルによって他方の副領域を構成し、面積比3:1もしくは1:3となる参照パターンを構成すれば、図13(a) もしくは(b) に示す参照パターンを構成することができる。いずれの場合も、形成される参照パターンは、2行2列に配置された4つの単位セルからなるセルグループの繰り返しパターンとなるので、疑似的な均一性を十分に確保することができる。

【0118】

要するに、任意の奇数 i , j について、 i 行 j 列目の単位セル、 i 行 $(j+1)$ 列目の単位セル、 $(i+1)$ 行 j 列目の単位セル、 $(i+1)$ 行 $(j+1)$ 列目の単位セル、という4つの単位セルからなるセルグループを定義し、第1副領域および第2副領域の配置パターンを、すべてのセルグループについて共通にすれば、形成される参照パターンは、2行2列に配置された4つの単位セルからなるセルグループの繰り返しパターンとなり、疑似的な均一性の確保が可能になる。

【0119】

これに対し、図3(b) に示すような従来のストライプ状の参照パターンによって、参照輝度を25%あるいは75%に設定するには、黒黒黒白あるいは黒白白白というような行配列を行う必要があり、疑似的な均一性は低下せざるを得ない。

【0120】



(2) 第1属性の領域の形状に関する特徴

続いて、図3(a)に示すテストパターンにおける第1属性の領域10と、図12(a)に示すテストパターンにおける第1属性の領域50との形状を比較すると、前者が正方形であるのに対し、後者は円形となっている。本願発明者は、テストパターンにおける第1属性の領域と第2属性の領域との境界線は、直線ではなく曲線で構成すべきであると考えており、実用上は、テストパターンを構成する第1属性の領域の輪郭を円または楕円にするのが好ましいと考えている。これは、両領域の境界を直線にすると、この直線近傍に規則的なパターンが目立つようになるためである。図3(a)に示すように、第1属性の領域10の形状を正方形にすると、この正形状の輪郭に沿って規則的なパターンが視認されるようになり、一致判定処理に悪い影響を及ぼすことになる。特に、本発明では、明るさの一致判定だけでなく、色の一致判定も行う必要があり、一致判定処理に悪影響が及ぶ要素は極力排除する必要がある。

【0121】

(3) 第1属性の領域を複数箇所に分散配置する特徴

図12(a)に示すテストパターンの大きな特徴は、第1属性の領域50が複数箇所に分散して配置されており、その背景部分が第2属性の領域60になっている点である。すなわち、図3(a)に示す従来のテストパターンでは、正方形からなる第1属性の領域10が1つだけ中央に配置されているのに対し、図12(a)に示す本発明に係るテストパターンでは、円形からなる複数の第1属性の領域50が、所定のピッチで縦横に分散配置されている。

【0122】

このように、第1属性の領域50を複数箇所に分散配置した理由は、第1属性の領域50と第2属性の領域60との境界線の全長をできるだけ長くするためである。本発明の基本原理に基づく測定では、第1属性の領域内に表示された均一パターンと、第2属性の領域内に表示された参照パターンとについて、明るさと色を比較する作業が不可欠であるが、この比較作業は、両領域の境界線が長いほど行いやすい。実際、オペレータの目視確認作業では、第1属性の領域50が第2属性の領域60内にあたかも溶け込んで、両者の境界が認識できなくなった状



態になったら、一致認定が行われることになる。したがって、より精度の高い一致認識を行う上では、両領域の境界線が長いほど好ましい。

【0123】

第1属性の領域50を複数箇所に分散配置すれば、境界線の全長をそれだけ長くすることができる。実際、図3(a)に示すテストパターンと図12(a)に示すテストパターンについて、境界線の全長を比較すれば、後者の方がはるかに長くなっていることは容易に理解できよう。なお、ここに示す実施形態とは逆に、第2属性の領域を複数箇所に分散配置し、その背景を第1属性の領域とすることも可能である（ちょうど、第12(a)において、領域60を第1属性、領域50を第2属性とする）。

【0124】

なお、実用上は、第1属性の領域50の面積の総和が第2属性の領域の面積60の総和に等しくなるように設定するのが好ましい。たとえば、図12(a)に示すテストパターンの場合、第1属性の領域50は、合計12個の円形領域により構成され、第2属性の領域60は、この円形領域が配置された背景領域により構成されているが、この場合、合計12個の円の面積の総和が、背景領域の面積に等しくなるような設定を行うのが好ましい。これは、互いに比較対象となる均一パターンの表示領域と参照パターンの表示領域との面積を同一にし、対等な比較が行われるようにするための配慮である。本発明のように、明るさとともに色の一致認識も行う場合、いずれか一方の面積の方が大きいと、面積の大きな領域の方に視覚が引きずられてしまい、厳密には一致認識が得られていないのに、誤った一致認識がなされてしまうおそれがある。両領域の総面積を同一にしておけば、このような誤認識を排除した対等な比較が可能になる。

【0125】

(4) 第1属性の領域の配置ピッチに関する特徴

図12(a)に示す本発明に係るテストパターンの大きな特徴が、第1（または第2）属性の領域を複数箇所に分散配置した点にあることは既に述べたとおりである。ここでは、この配置ピッチに関する特徴を述べる。

【0126】



後に詳述するように、明るさや色の違いを目視により見分ける場合、人間の認識感度には、対象物の空間周波数に対する依存性があることが知られている。したがって、目視確認の対象となるオブジェクトは、人間による認識感度が高いとされている所定の空間周波数で配置するのが好ましい。そこで、図12(a)に示すテストパターンについても、第1属性の領域50を、いずれも形状および大きさが同一となる領域とし、人間による認識感度が高いとされている所定の空間周波数が得られるように所定ピッチで二次元平面上に分散配置するのが好ましい。

【0127】

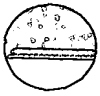
図14は、同一半径 r の円により、第1属性の領域70を構成し、二次元平面上に所定ピッチで配置した例を示す平面図である。より具体的に説明すれば、まず、第1属性の領域70を横方向に所定ピッチ P_x で複数配置した一次元領域配列を、縦方向に所定ピッチ P_y （但し、 $P_y = \sqrt{3}/2 \cdot P_x$ ）で複数配置し、かつ、互いに隣接する一次元領域配列間では位相が半ピッチずれるように配置したものである。別言すれば、この二次元平面は、図示されている六角形を1ユニット領域として、複数のユニット領域によって埋め尽くされる構成になっており、個々のユニット領域を構成する六角形の中心および各頂点位置に、7つの円の中心が配置されていることになる。

【0128】

このような配置を行えば、横方向に隣接する一対の円のピッチは必ずピッチ P_x になり、また、斜め上下方向に隣接する一対の円のピッチも必ずピッチ P_x になり、二次元平面上で隣接配置された一対の円は、必ず一定のピッチ P_x で配置されていることになる。したがって、ピッチ P_x を、人間による認識感度が高いとされている所定の空間周波数に対応するピッチに設定しておけば、好ましい認識感度をもったテストパターンが得られる。

【0129】

なお、前述したように、円からなる第1属性の領域の面積の総和が背景部分となる第2属性の領域の面積に等しくなるような設定を行う場合、半径 r とピッチ P_x との間には、一定の関係が定まる。すなわち、六角形のユニット領域内において、各円の内部の領域（図のグレーの領域）の面積と、各円の外部の領域（図



の白い領域) とが同一になる、という条件が課されることになり、このような条件下では、幾何学的な面積計算により、

$$(\text{円の半径 } r) \div (\text{ピッチ } P_x) \times (3/8)$$

なる概算式が導かれる。

【0130】

次に、図15に示すように、一対の対象物(円形の第1属性の領域)70がピッチ P_x で配置されているモデルを考える。この一対の対象物70を、視距離 L で観察したときの視角を θ とする。一般に、空間的に提示された時間的に一定な種々の周波数の正弦波や矩形波パターンに対して測定された視覚系の感度は、空間周波数特性MTF (Modulation Transfer Function) あるいはコントラスト弁別感度特性と呼ばれており、所定ピッチで繰り返し配置された対象物に対する人間の視覚系の感度は、図15に示す視角 θ に依存するものとされている。たとえば、「坂田春夫、磯野春雄共著：色覚における色度の空間周波数特性(色差弁別閾)、テレビ学誌、1977年 31巻(1)、29～35頁」には、図16に示すような人間の視覚系の感度特性グラフが示されている。横軸は、観察対象物の空間周波数(単位: cycle/deg)を対数尺度で示したものであり、縦軸は、対象物の明暗差および色差を弁別する人間の視覚系の相対感度値である。

【0131】

この図16に示すような特性を考慮すれば、テストパターンを目視するオペレータにとって、明暗差弁別特性および色差弁別特性の双方について良好な感度を示す空間周波数が得られるような所定ピッチで、同一属性の領域を分散配置すれば、より精度の高い測定結果が期待できるテストパターンを構成することができることになる。

【0132】

図16のグラフから、各最適値を抽出すると、図17のような表が得られる。すなわち、図16のグラフから、明暗差弁別特性の最適値(一点鎖線で示すグラフのピーク位置に対応する空間周波数)を求めると、2.5 [cycle/deg] となり、黄/青色差弁別特性の最適値(実線で示すグラフのピーク位置に対応する空間周波数)を求めると、0.4 [cycle/deg] となる。また、両特性の妥協値と



しては、たとえば、0.6 [cycle/deg] 程度の値を設定することができる。実際、図16に示すグラフによれば、空間周波数0.6あたりでは、いずれの特性もある程度の感度を得られており、空間周波数を妥協値0.6に設定したテストパターンを形成すれば、明るさの一致認識を行う場合にも、色の一致認識を行う場合にも、ある程度良好な認識感度を得られることになる。

【0133】

なお、空間周波数（単位：cycle/deg）と視角（単位：deg/cycle）とは逆数の関係にあり、図17の表に示す各空間周波数2.5, 0.4, 0.6に対する視角は、図示のとおり、それぞれ0.40, 2.50, 1.67になる。これは、図15に示す視角 θ が、0.40 deg, 2.50 deg, 1.67 deg となるようなピッチ P_x で第1属性の領域70を配置すれば、明暗差弁別特性が最適なパターン、黄／青色差弁別特性が最適なパターン、両特性を妥協させたパターンが得られることを示している。

【0134】

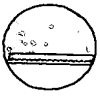
もっとも、視角 θ とピッチ P_x との間には、視距離 L を介して、

$$P_x = 2L \cdot \tan(\theta/2)$$

なる関係があるので、視角 θ が定まっても、視距離 L を決めなければ、ピッチ P_x を決めることができない。ただ、一般的なモニタの場合、オペレータの視距離はほぼ一定の範囲内に維持されることになろう。たとえば、平成14年12月16日付発出の人事院のVDT作業指針によれば、視距離は40 cm以上確保することとされており、実際の作業環境でも、モニタの大きさなどによって若干の相違はあるものの、ほぼ40 cm前後と考えてよい。したがって、実用上は、視距離 $L = 40$ cm前後に設定し、明暗差弁別特性および色差弁別特性の両者について、ある程度良好な認識感度を得られるようなピッチ P_x を設定すればよい。

【0135】

たとえば、視距離 $L = 40$ cmに設定すると、図17に示す両特性の妥協値を示す視角 $\theta = 1.67$ deg に相当するピッチは、上述の式による演算の結果、 $P_x \approx 12$ mmとなる。したがって、図14に示すテストパターンの場合、 $P_x \approx 12$ mmに設定すればよいことになる。また、円からなる第1属性の領域の面積



の総和が背景部分となる第2属性の領域の面積に等しくなるようにするには、前述した「 $r \div Px \cdot 3/8$ 」なる式により、円の半径を $r \div 4.5\text{mm}$ にすればよいことになる。したがって、たとえば、1画素のサイズが 0.25mm のモニタの場合であれば、円の半径を18画素分、ピッチ Px を48画素分に設定したテストパターンを表示すればよい。

【0136】

もっとも、より厳密に言えば、図17の表に示されているとおり、明暗差弁別特性の最適値と色差弁別特性の最適値とは異なっているので、より好ましい実施形態としては、テストパターンを目視するオペレータにとって、明暗差弁別特性について良好な感度を示す空間周波数が得られるような第1のピッチと、色差弁別特性について良好な感度を示す空間周波数が得られるような第2のピッチと、をそれぞれ設定しておき、オペレータによる明るさの一致認識作業が行われるときには、第1のピッチで同一属性の領域を分散配置してなるテストパターンを表示させ、オペレータによる色の一致認識作業が行われるときには、第2のピッチで同一属性の領域を分散配置してなるテストパターンを表示させるようにし、表示対象となるテストパターンの構成を切り替えるような処理を行うとよい。

【0137】

たとえば、図17の表において、視距離 $L = 40\text{cm}$ に設定した場合、明暗差弁別特性の最適値となる視角 $\theta = 0.40\text{deg}$ に相当するピッチと円の半径は、ピッチ $Px \div 2.8\text{mm}$ 、半径 $r \div 1.1\text{mm}$ となる。一方、黄/青色差弁別特性の最適値となる視角 $\theta = 2.50\text{deg}$ に相当するピッチと円の半径は、ピッチ $Px \div 17.5\text{mm}$ 、半径 $r \div 6.6\text{mm}$ となる。したがって、図9に示す流れ図に基づく処理を行う場合であれば、ステップS2, S3における「明るさ一致」の認識処理を行う際には、ピッチ $Px \div 2.8\text{mm}$ 、半径 $r \div 1.1\text{mm}$ となるような円を配置したテストパターンを表示し、ステップS4, S5における「色一致」の認識処理を行う際には、ピッチ $Px \div 17.5\text{mm}$ 、半径 $r \div 6.6\text{mm}$ となるような円を配置したテストパターンを表示するようにすればよい。

【0138】

実際、この程度の大きさの円を多数配置したテストパターンを用いて、明るさ



や色の一致認識を行う作業は、オペレータの実感としては、「2つの領域の明るさや色を一致させる作業」というよりは、むしろ「テストパターン全体に明るさや色のムラが生じないように調整する作業」ということになる。すなわち、明るさや色が一致していないと、ピッチ P_x の周期で、明るさや色のムラが生じているように感じられる。このように、図3(a)に示す従来のテストパターンを用いた目視測定と、図12(a)に示す本発明のテストパターンを用いた目視測定とでは、オペレータの感覚上、大きな違いが生じるものであり、本発明のテストパターンを用いた測定の方が、より良好な結果を得ることができる。

【0139】

<<< §6. 本発明に係る階調再現特性測定装置の構成 >>>

最後に、本発明に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置の基本構成を、図18のブロック図を参照しながら説明する。図示のとおり、本発明に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置の主たる構成要素は、階調値指定手段210、参照パターン生成手段220、パターン表示装置230、階調値変動手段240、一致信号入力手段250、特性演算手段260であり、オペレータの目視測定操作により、カラーモニタ100の階調再現特性を測定する機能を有している。

【0140】

もともと、図1に示したように、本発明に係る測定装置は、実際には、カラーモニタ100に接続されたパソコン200に、所定のプログラムを組み込むことにより実現することができるので、上記各構成要素は、実際には、パソコン200に組み込まれたプログラムによって実現されることになる。

【0141】

階調値指定手段210は、第1属性の領域50内に、明るさおよび色が一様な均一パターンを表示させるための三原色RGBの階調値の組み合わせを指定する機能をもった構成要素であり、パターン表示手段230に対して、RGBの各階調値を指定する。一方、参照パターン生成手段220は、第2属性の領域60内に、三原色RGBがそれぞれ最小階調値をもつ第1副領域と、三原色RGBがそれぞれ最大階調値をもつ第2副領域と、を所定面積比で混在させることにより、所定の参照輝度をもつ参照パターンを生成する機能をもった構成要素である。§



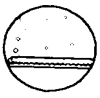
5で述べた実施例の場合であれば、測定に必要な参照輝度に応じて、図12(b)、図13(a)、図13(b)の3通りの参照パターンを選択的に生成させることができる。

【0142】

これら各構成要素から与えられるデータに基づいて、パターン表示手段230は、カラーモニタ100の画面上に、図示のようなテストパターンを表示する。このテストパターンは、互いに接するように配置された第1属性の領域50と第2属性の領域60とによって構成されるパターンであり、特に、ここに示すカラーパターンは、図12(a)に示したカラーパターンと同じものである。すなわち、円形をした第1属性の領域50が所定ピッチで二次元平面状に配置されており、その背景部分が第2属性の領域60を構成している。既に述べたとおり、第1属性の領域50内には、階調値指定手段210によって指定されたRGBの階調値の組み合わせに基づく均一パターンが表示され、第2属性の領域60内には、参照パターン生成手段220で生成された参照パターンが表示される。実際には、パターン表示手段230からカラーモニタ100に対して、このようなテストパターンを表示させるための所定の電気信号が与えられることになる。

【0143】

階調値変動手段240は、階調値指定手段210によって指定される各階調値を変動させる変動操作を実行する機能を有する。この変動操作により、第1属性の領域50内に表示されている均一パターンの明るさおよび色が変わることになる。§2で述べたとおり、階調値の変動操作には、明るさ変動操作と色変動操作とがある。§2に述べた実施例の場合、階調値変動手段240は、オペレータからの操作入力により、明るさ変動操作と色変動操作を行う。この場合、階調値変動手段240には、図6または図7に示すような操作パネルを、カラーモニタ100の画面上（通常は、テストパターンの脇）に表示させ、オペレータのマウス操作などに基づいて、明るさや色を変動するように、階調値指定手段210によって指定される各階調値を変動させる処理を行う。一方、§3で述べたように、自動的に変動操作を実行させる実施例の場合は、オペレータからの操作入力を待たずして、図9の流れ図に基づく手順により、明るさ変動操作および色変動操作を



実行することになる。

【0144】

一致信号入力手段250は、階調値変動手段240による変動操作が行われている状態において、カラーモニタ100の画面上に表示されたテストパターンを目視するオペレータから、第1属性の領域50と第2属性の領域60との明るさおよび色がともに一致したとの認識を示す一致信号を入力する機能を有する。明るさの一致と色の一致とを、それぞれ別々に入力する実施例の場合には、この一致信号入力手段250は、明るさ一致信号入力手段251と色一致信号入力手段252とによって構成されることになる。たとえば、図6および図7に示す一致ボタン30は、明るさと色の双方の一致を示すボタンであり、この一致ボタン30をクリックする操作により、明るさと色の双方が一致したことを示す一致信号の入力が行われる。これに対して、図8に示す明るさ一致ボタン41は、明るさの一致を示す明るさ一致信号入力手段251として機能し、図8に示す色一致ボタン42は、色の一致を示す色一致信号入力手段252として機能することになる。

【0145】

特性演算手段260は、一致信号入力手段250から、明るさと色との双方が一致したことを示す一致信号が入力されたときに、階調値指定手段210により指定されていたRGBの各階調値の組み合わせを、参照パターン生成手段220によって生成された参照パターンを構成する第1副領域と第2副領域との面積比に応じた参照輝度に対応する各原色の対応階調値と認識し、互いに対応関係にある参照輝度と対応階調値とに基づいて、各原色ごとの階調再現特性を示すグラフを演算により求める処理を実行する。具体的な演算方法については、既に述べたとおりである。かくして、RGBの各原色ごとに、階調再現特性を示すグラフが出力される。なお、ここでは説明の便宜上、階調再現特性を連続的な関数関係を示すグラフとして示したが、特性演算手段260により求める階調再現特性は、必ずしもグラフの形式にする必要はなく、たとえば、階調値と輝度値との対応関係を示す数値テーブルのような形式でもかまわない。

【0146】



【発明の効果】

以上のとおり、本発明に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置によれば、目視により階調再現特性を高精度に求めることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

測定対象となるモニタ 100 に、モニタ特性測定装置として機能するパソコン 200 を接続した状態を示すブロック図である。

【図 2】

モニタの一般的な階調再現特性を示すグラフである。

【図 3】

目視により階調再現特性を測定する代表的な方法の基本原理を示す図であり、図(a) はオペレータに提示するテストパターンを示す平面図、図(b) はこのテストパターン内の第 2 属性の領域 20 の部分拡大図である。

【図 4】

図 3 に示すテストパターンを用いた測定結果に基づいて求められた階調再現特性を示すグラフである。

【図 5】

一般的なカラーモニタについて、各原色ごとの階調再現特性を測定した結果を示すグラフである。

【図 6】

明るさ変動操作および色変動操作をオペレータの操作入力に基づいて行う場合に用いる操作パネルの一例を示す平面図である。

【図 7】

明るさ変動操作および色変動操作をオペレータの操作入力に基づいて行う場合に用いる操作パネルの別な一例を示す平面図である。

【図 8】

明るさ変動操作および色変動操作を自動的に行わせ、オペレータに一致入力操作を行わせる場合に用いる操作パネルの一例を示す平面図である。

【図 9】



明るさを一致させる操作と色を一致させる操作を交互に繰り返し実行する処理手順の一例を示す流れ図である。

【図 10】

5 点 O, Q1, Q2, Q3, P を通る近似関数曲線を演算により求める実施形態を説明するためのグラフである。

【図 11】

5 点 O, Q1, Q2, Q3, P を通る近似関数曲線が S 字カーブになる場合の演算方法を説明するためのグラフである。

【図 12】

より好ましい測定結果を得ることができる新規なテストパターンを示す平面図 (図(a)) およびこのテストパターン内の第 2 属性の領域 60 内に表示される参照パターンの拡大図 (図(b)) である。

【図 13】

矩形状の単位セルを二次元行列状に配列した参照パターンを用いて、参照輝度 25% および 75% の参照パターンを形成した例を示す平面図である。

【図 14】

同一半径 r の円により、同一属性の領域 70 を構成し、二次元平面上に所定ピッチで配置した例を示す平面図である。

【図 15】

一対の対象物 (円形の同一属性の領域) 70 をピッチ P_x で配置した場合の視覚系の感度を説明する平面図である。

【図 16】

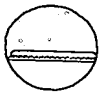
人間の視覚系の感度特性を示すグラフであり、横軸は、観察対象物の空間周波数 (単位: cycle/deg) を対数尺度で示し、縦軸は、対象物の明暗差および色差を弁別する人間の視覚系の相対感度値を示す。

【図 17】

図 16 に示すグラフから、各最適値を抽出して示す表である。

【図 18】

本発明に係るカラーモニタの階調再現特性測定装置の基本構成を示すブロック



図である。

【符号の説明】

- 1 0…第 1 属性の領域 (均一パターン)
- 2 0…第 2 属性の領域 (参照パターン)
- 2 1…第 1 副領域
- 2 2…第 2 副領域
- 3 0…一致ボタン
- 3 1…第 1 ボタン
- 3 2…第 2 ボタン
- 3 3…第 3 ボタン
- 3 4…第 4 ボタン
- 4 0…スタートボタン
- 4 1…明るさ一致ボタン
- 4 2…色一致ボタン
- 5 0…第 1 属性の領域 (均一パターン)
- 6 0…第 2 属性の領域 (参照パターン)
- 6 1…第 1 副領域
- 6 2…第 2 副領域
- 7 0…配置対象物 (円形の同一属性の領域)
- 1 0 0…モニタ
- 2 0 0…パソコン (モニタ特性測定装置)
- 2 1 0…階調値指定手段
- 2 2 0…参照パターン生成手段
- 2 3 0…パターン表示装置
- 2 4 0…階調値変動手段
- 2 5 0…一致信号入力手段
- 2 5 1…明るさ一致信号入力手段
- 2 5 2…色一致信号入力手段
- 2 6 0…特性演算手段

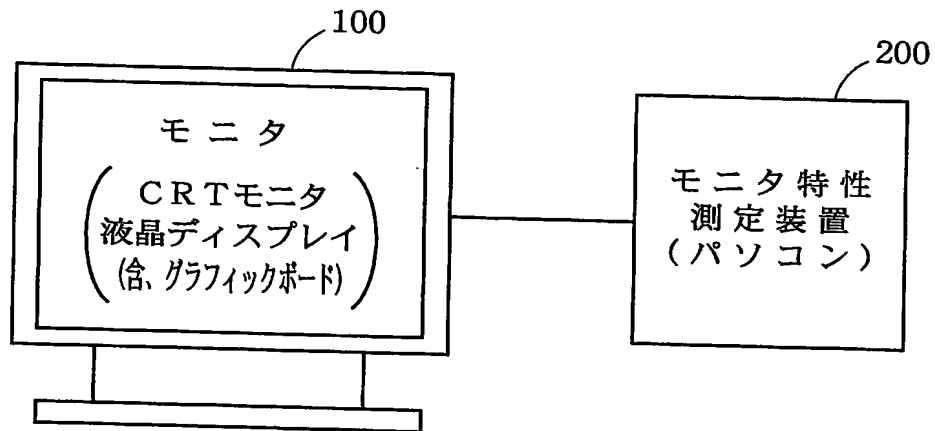


- A, B, C…階調再現特性のグラフ
- C r, C g, C b…各原色ごとの階調再現特性のグラフ
- L…視距離
- M…マウスポインタ
- O…階調再現特性のグラフの左端点 (グラフの原点)
- P…階調再現特性のグラフの右端点
- P x…円の横方向の配置ピッチ
- P y…円の縦方向の配置ピッチ
- Q, Q 1 ~ Q 5, Q r, Q g, Q b…所定の座標値をもつグラフ上の点
- S 1 ~ S 8…流れ図の各ステップ
- θ …視角

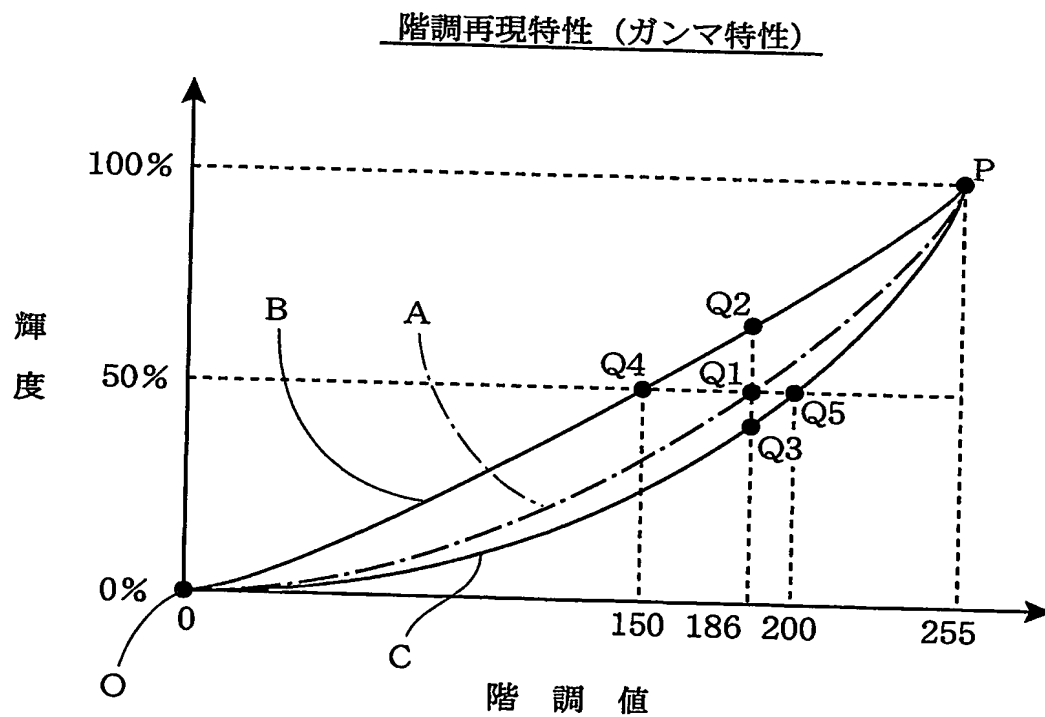
【書類名】

図面

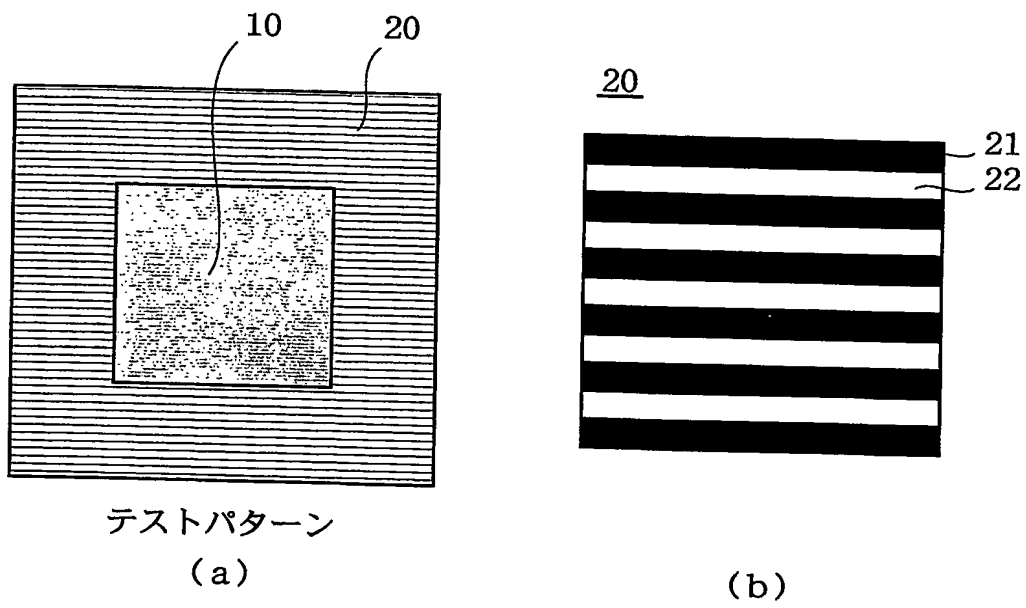
【図 1】



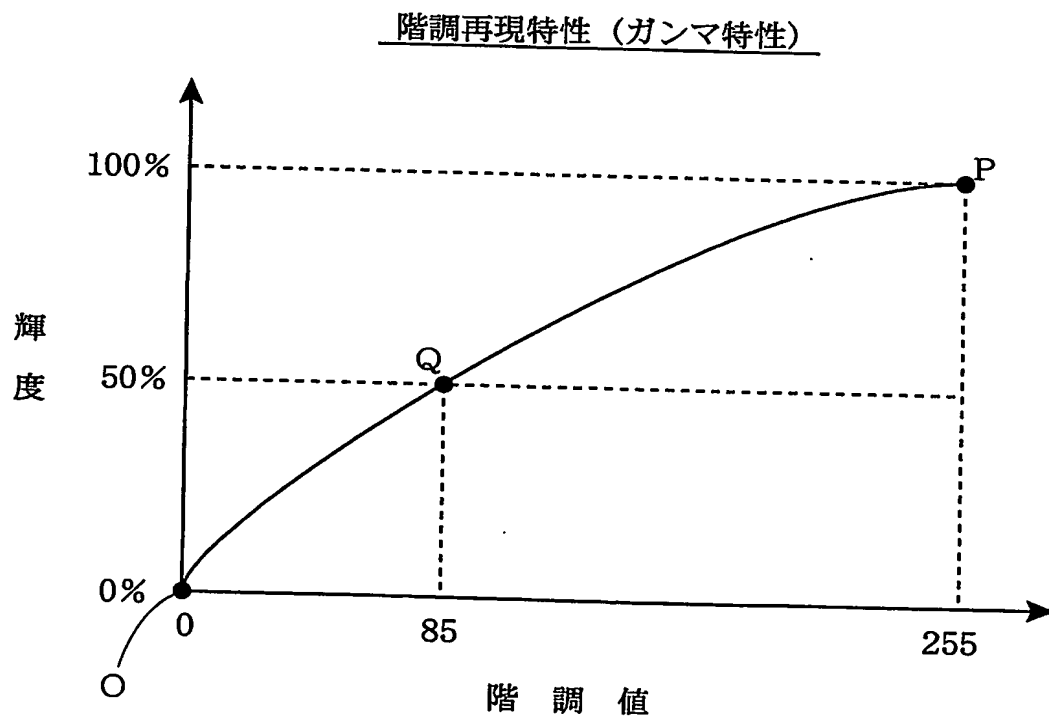
【図 2】



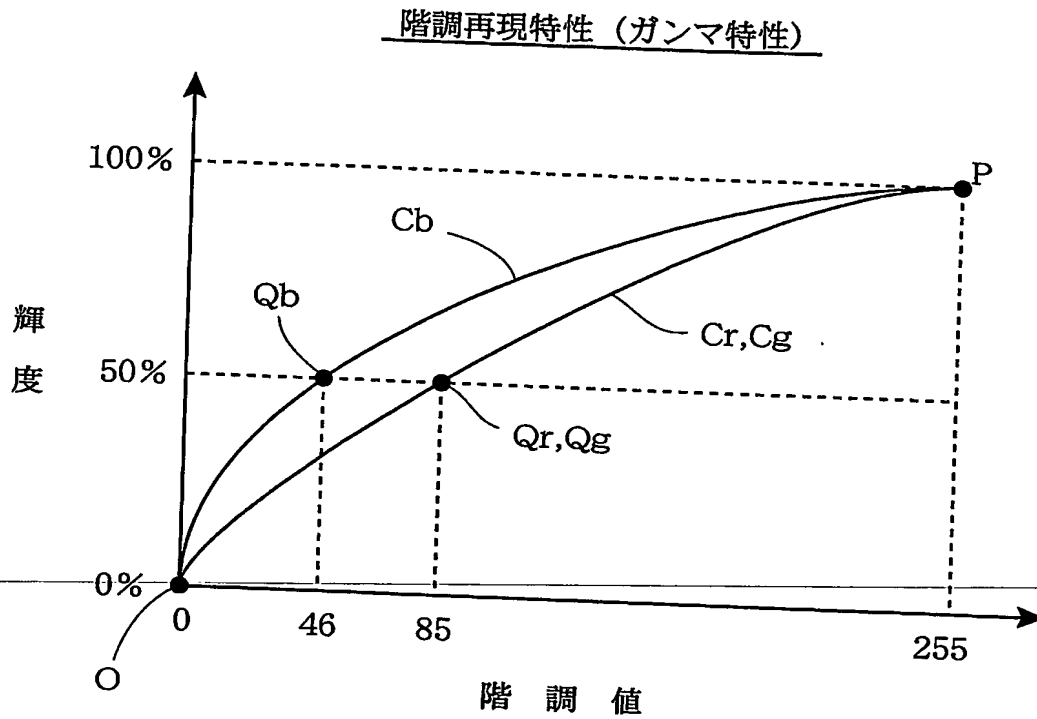
【図 3】



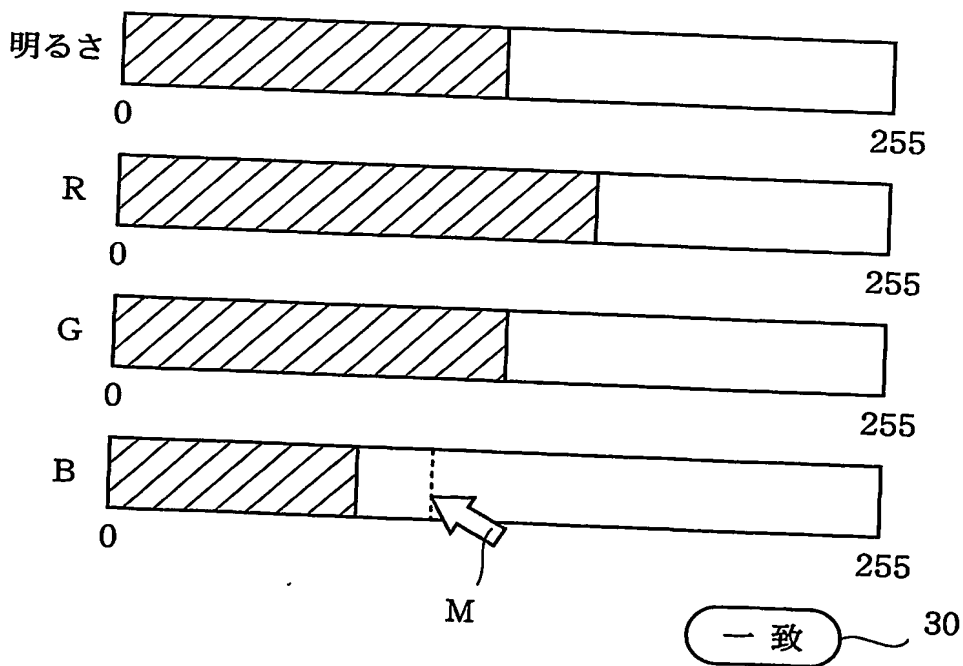
【図 4】



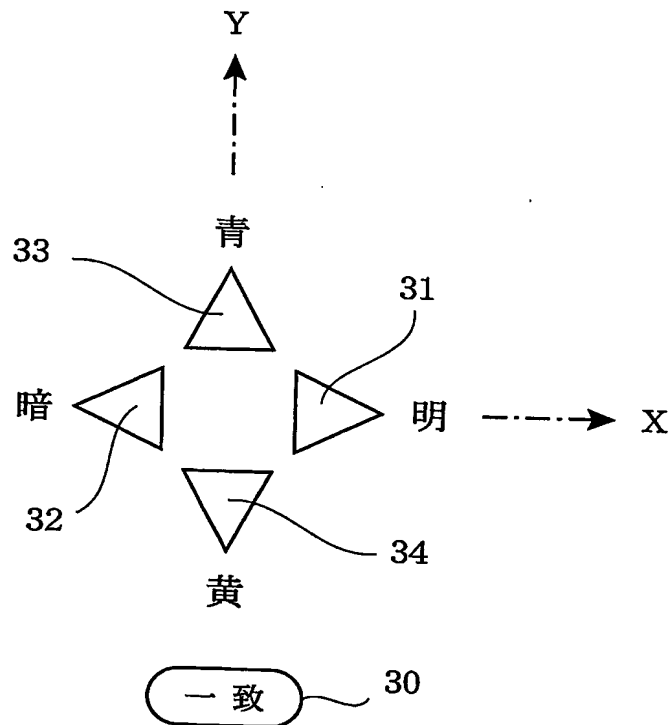
【図 5】



【図 6】



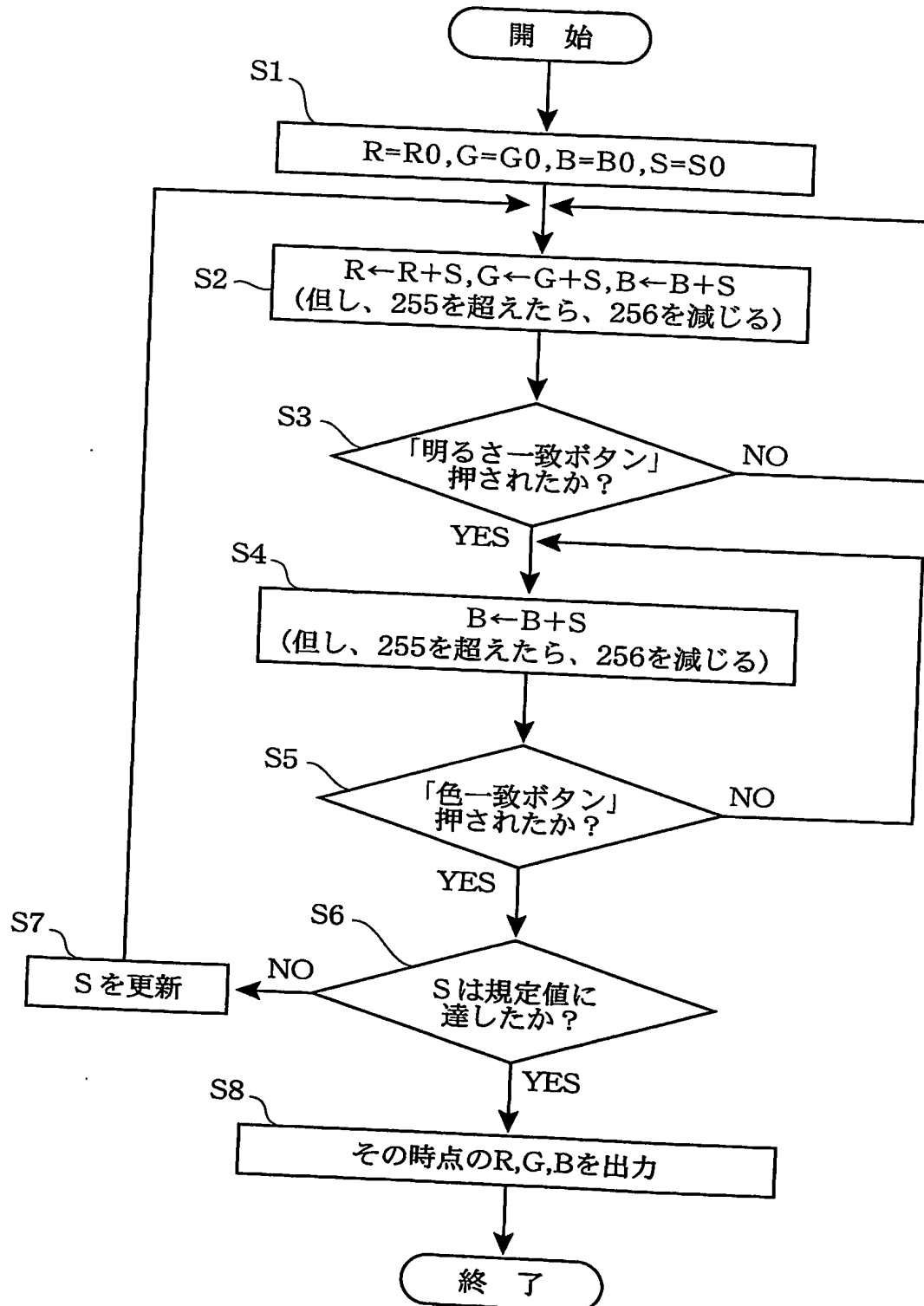
【図 7】



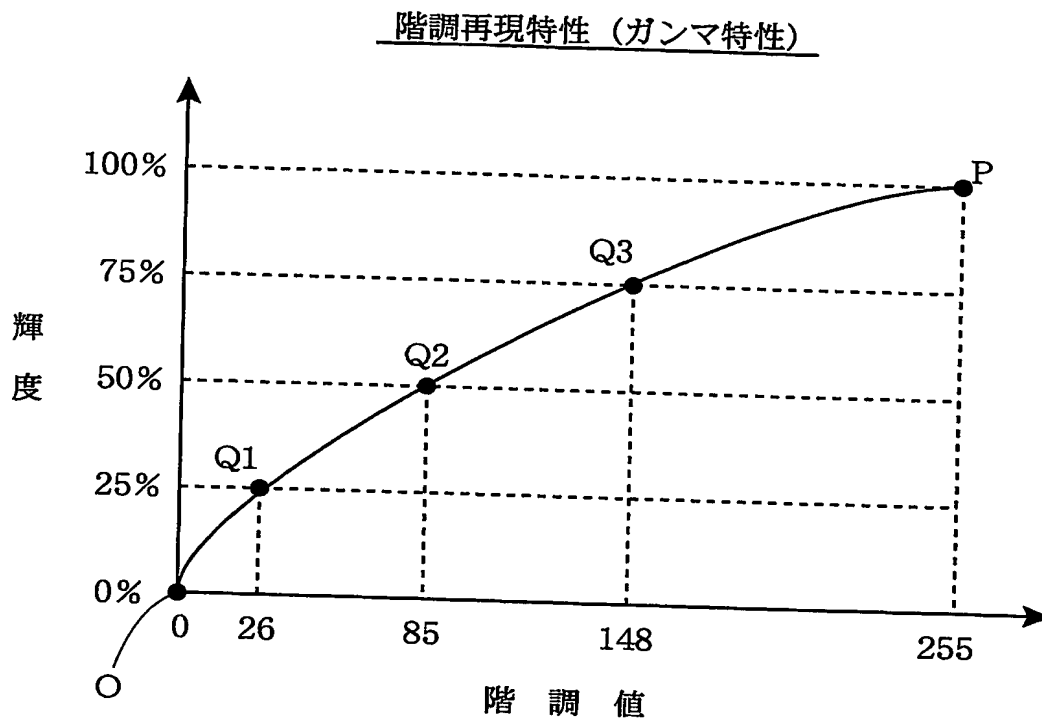
【図 8】

- ステップ 0 : 測定を開始する時に
押して下さい ⇨ ⇨ ⇨ (スタート) 40
- ステップ 1 : 明るさが同じになったら
押して下さい ⇨ ⇨ ⇨ (明るさ一致) 41
- ステップ 2 : 色が同じになったら
押して下さい ⇨ ⇨ ⇨ (色一致) 42

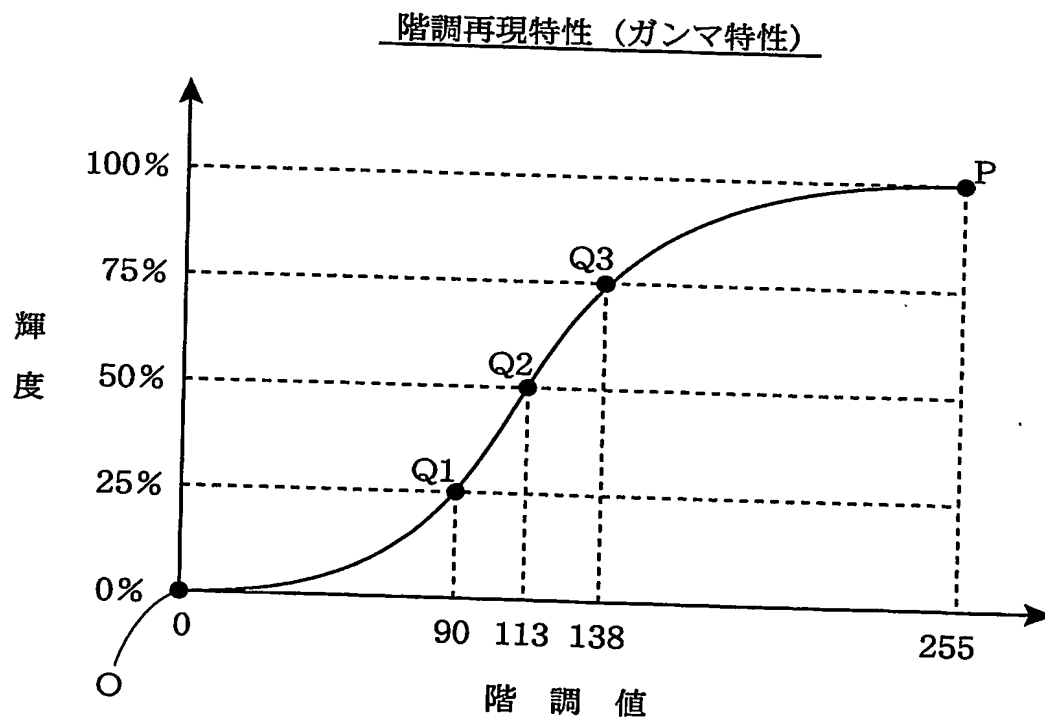
【図 9】



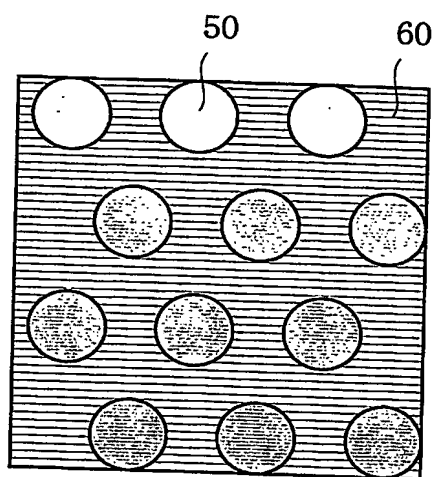
【図 10】



【図 11】

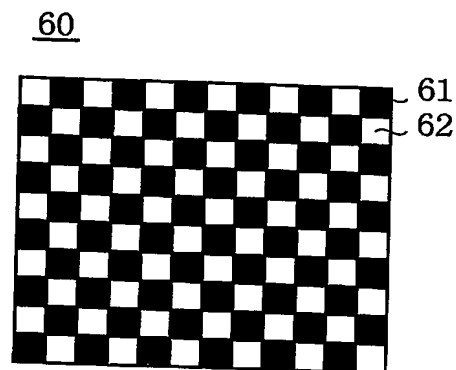


【図 12】



テストパターン

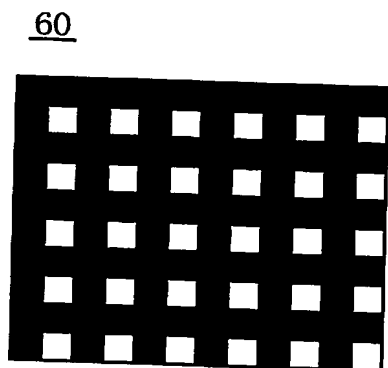
(a)



(50%)

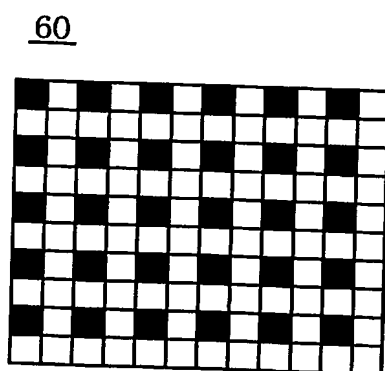
(b)

【図 13】



(25%)

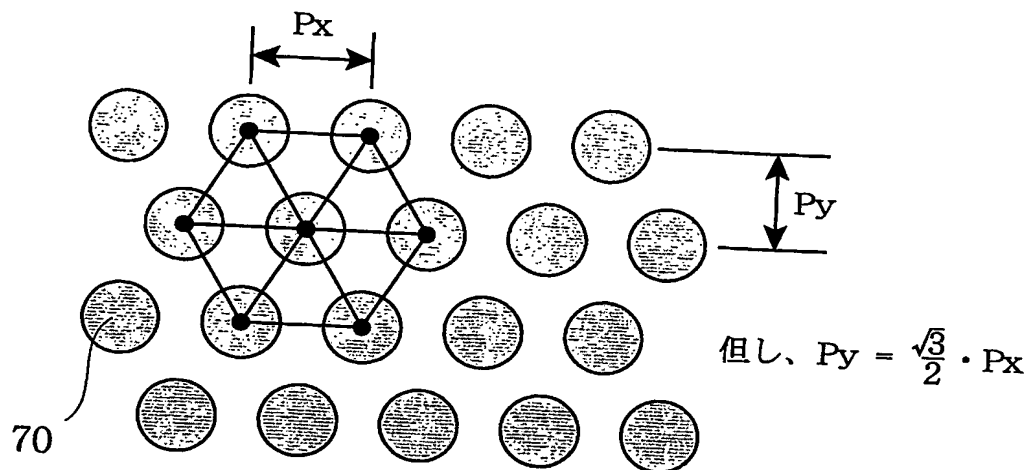
(a)



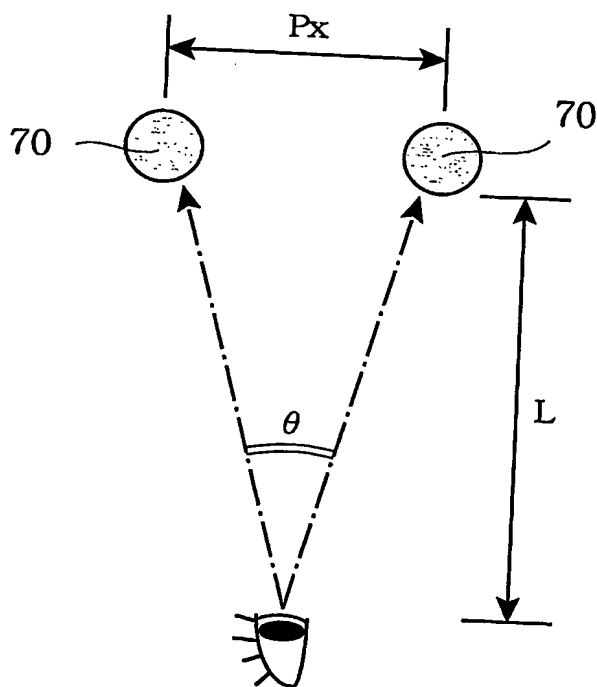
(75%)

(b)

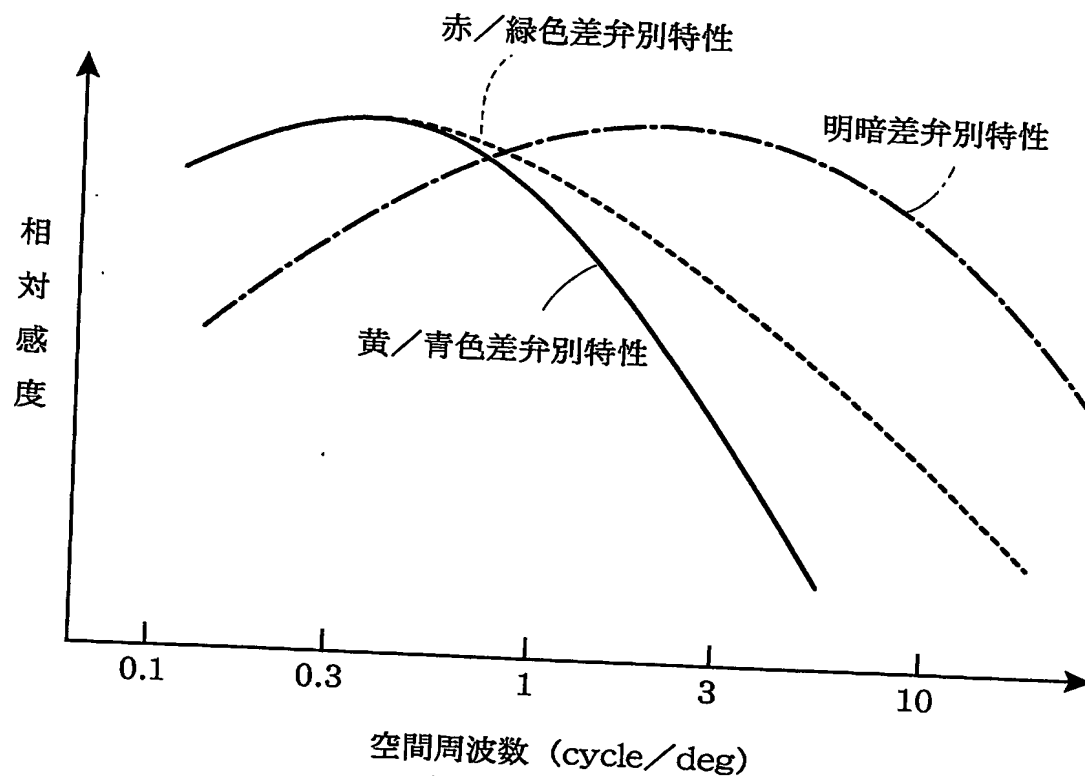
【図 14】



【図 15】



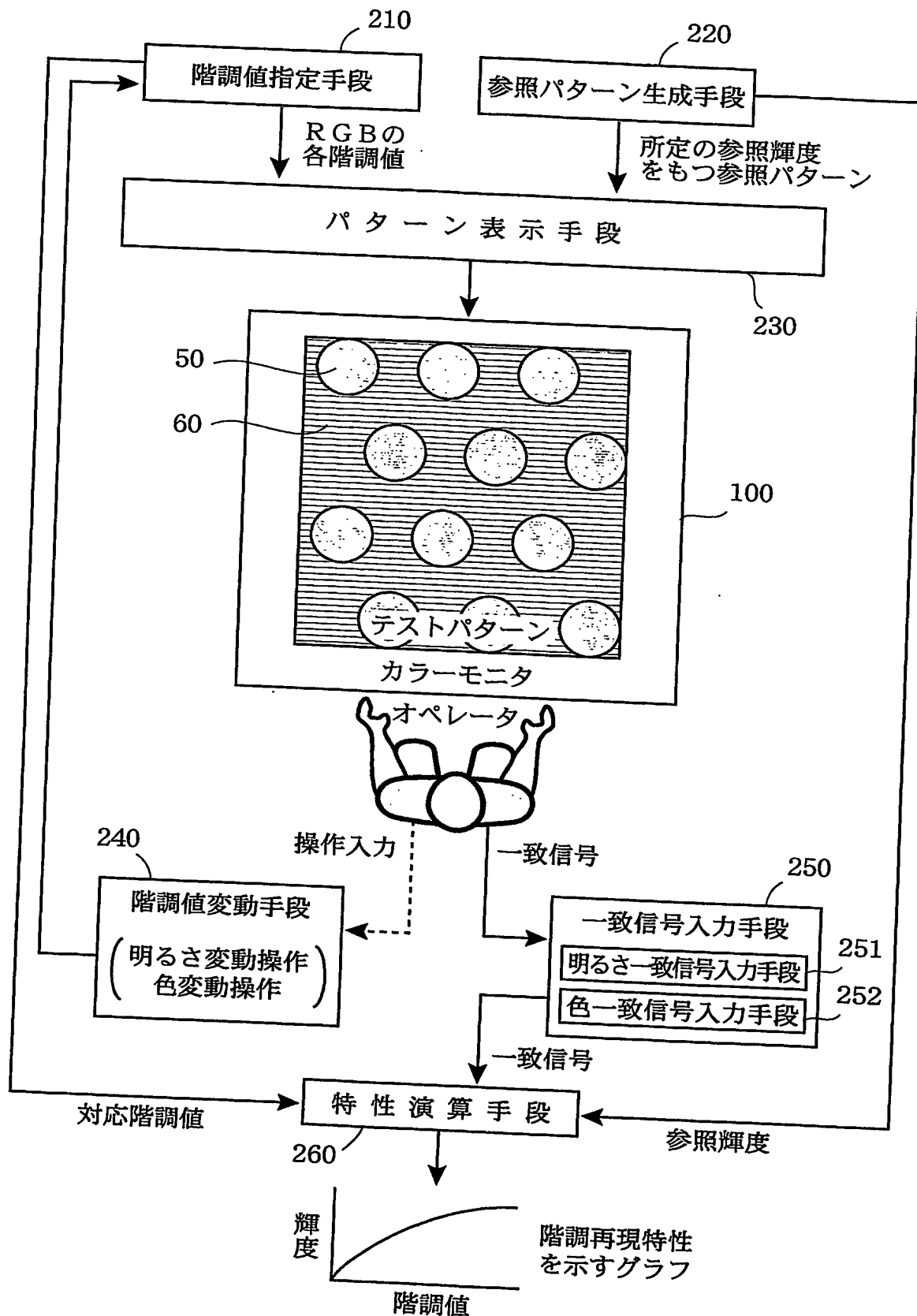
【図16】



【図17】

	空間周波数 (cycle/deg)	視角 (deg/cycle)
明暗差弁別特性の最適値	2.5	0.40
黄/青色差弁別特性の最適値	0.4	2.50
両特性の妥協値	0.6	1.67

【図 18】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 目視によりカラーモニタの階調再現特性を高精度に求める。

【解決手段】 測定対象となるモニタ100の画面上に、円形パターン50と背景60からなるテストパターンを、パターン表示手段230によって表示させる。背景60には、参照パターン生成手段220で生成した白黒模様からなる所定の参照輝度をもった参照パターンを表示し、円形パターン50内には、階調値指定手段210で指定されたRGB階調値をもつ均一パターンを表示する。均一パターンの階調は、階調値変動手段240によって、明るさと色が変わるよう変動させる。オペレータは、円形パターン50の明るさと色が背景60と同じになったら、一致信号入力手段250に一致信号を与える。特性演算手段260は、このときの参照輝度と対応階調値とにより、RGB各色ごとの階調再現特性を示すグラフを演算する。円形パターン50は、人間の目の空間周波数感度に応じたピッチで配置される。

【選択図】 図18

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-170623	
受付番号	50301001642	
書類名	特許願	
担当官	第一担当上席	0090
作成日	平成15年 6月17日	

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成15年 6月16日

次頁無

特願 2003-170623

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000002897]

1. 変更年月日

[変更理由]

住所
氏名

1990年 8月27日

新規登録

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社